

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA de Bejaia
Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique



Projet de Fin d'Etude
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electrotechnique
Option : Electrotechnique Industrielle

Thème

**Élaboration d'un Programme d'Automatisation de la Station
CIP Destinée au Nettoyage du Système de Production des
Boissons au Niveau de la SPA COJEK El Kseur**

Présenté par :
Mlle. BENSALOU DJI Sara

Encadré par :
Dr. LAIFA OUI Abdelkrim
M. AYADI Lyes

Année Universitaire : 2021-2022

REMERCIEMENTS

Remerciements

“Louange à Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n’aurait pu être ”

Merci à dieu le tout puissant qui a éclairé mon chemin et m’a donné la volonté, la force et le courage pour terminer mes études et mené vers la concrétisation de ce modeste travail.

Mes sincères remerciements vont à mon promoteur Mr A. LAÏFAOUI docteur d’état à l’université Abderrahmane Mira de Bejaia de m’avoir fait l’honneur d’assurer l’encadrement de mon mémoire, je le remercie également pour son sérieux et sa disponibilité, ses orientations, son encouragement ainsi que ses précieux conseils. Je lui suis très reconnaissante d’avoir veillé à l’aboutissement de mon travail.

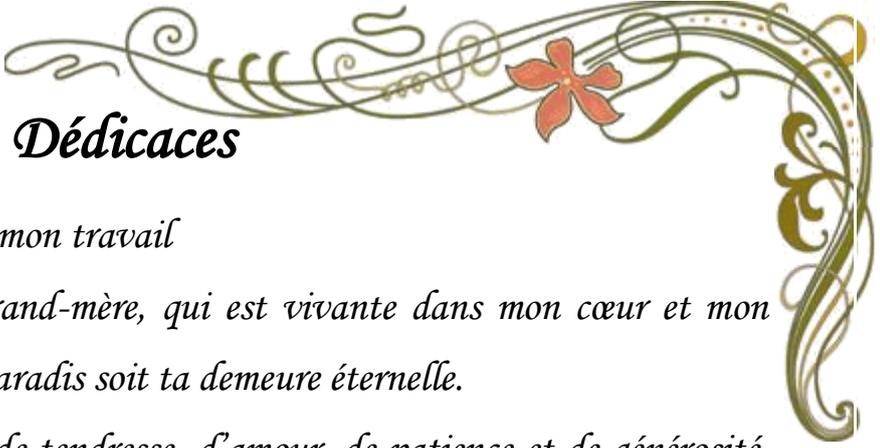
Je remercie également mon Co-promoteur Mr L. AYADI ingénieur en automatisme industriel qui m’a permis de découvrir le monde de l’automatisme industriel. Je le remercie également pour sa disponibilité, ses qualités humaines ainsi que ses précieux conseils.

Je tiens à remercier vivement messieurs les membres du jury d’avoir consacré de leur temps à la lecture de ce manuscrit, et qui me feront honneur de juger et d’évaluer mon travail.

Mes remerciements s’adressent aussi à tous les enseignants qui nous ont suivis tout au long de mon cursus et ont contribué à la réussite de mes études.

Par le biais de ce travail, je remercie infiniment mes très chers parents d’avoir fait de moi ce que je suis aujourd’hui, de m’avoir toujours guidé, encouragé et soutenu et dans toutes les circonstances, pour m’avoir comblé de bravoure et de ténacité, pour tout ce qu’ils m’ont donné en m’accompagnant durant mon parcours : de la patience, du sacrifice, de la tendresse, de l’amour, des encouragements et de l’aide.

DEDICACES



Dédicaces

Avec toute mon affection, je dédie mon travail

À la mémoire de ma très chère grand-mère, qui est vivante dans mon cœur et mon esprit, paix à ta belle âme, que le paradis soit ta demeure éternelle.

À mes chers parents, cette source de tendresse, d'amour, de patience et de générosité, ma plus grande école de vie, l'incarnation de l'espoir et de la bonté, la clé de tous mes succès réalisés, ...Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement Et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les Efforts et sacrifices incessants fournis pour mon confort absolu. Que dieu vous prête longue vie.

À mes frères LYES et REDHA, qui ont toujours été mon soutien indéfectible et à toutes épreuves, ces êtres chers qui ont toujours été là pour m'épauler et me protéger.

À ma petite sœur TANINA, la prunelle de mes yeux

À la mémoire de mon grand-père paternel, paix à son âme et que le paradis soit sa demeure éternelle

À mes grands-parents maternels

À mes oncles et à mes tantes

À mes cousins et à mes cousines

Sara



SOMMAIRE

SOMMAIRE**REMERCIEMENTS****DEDICACES****SOMMAIRE****LISTE DES FIGURES****LISTE DES TABLEAUX**

INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREAMBULE	2
1. Groupe CEVITAL	2
2. Unité C.O.J.E.K.....	2
3. Situation géographique	2
4. Activités de l'entreprise	3
5. La structure interne de l'unité	3
CHAPITRE I : Présentation de la Siroperie et de la Station CIP	4
1. Introduction	4
2. Présentation des différentes chaines de production	4
3. Présentation de la siroperie	4
3.1 Éléments de la siroperie	5
3.1.1 Raffineuse	5
3.1.2 Homogénéisateur	5
3.1.3 Désaérateur	5
3.1.4 Un Flash Pasto	5
3.1.5 Une salle NEP	6
4. Définition du nettoyage.....	6
4.1 Types de nettoyage.....	6
4.1.1 Nettoyage manuel.....	6
4.1.2 Nettoyage semi-automatique	6
4.1.3 Nettoyage automatique	7
5. Le Nettoyage En Place (NEP)	7

5.1	Identification des différents éléments de la station NEP.....	7
5.1.1	Cuves	7
5.1.2	Pompes	8
5.1.3	Vannes	8
5.1.4	Capteurs.....	8
5.1.5	Des sources conteneurs de concentrés de soude, d'acide et de désinfectant	8
5.1.6	Un conductivimètre.....	9
5.1.7	Tuyauterie.....	9
5.1.8	Ligne arrivé eau	9
5.1.9	Ligne arrivé vapeur	9
5.1.10	Ligne arrivé air.....	9
5.1.11	Une ligne d'envoi NEP	9
5.1.12	Une ligne de retour NEP.....	9
6.	Les produits de nettoyage utilisés.....	9
6.1	Soude.....	9
6.2	Acide nitrique	10
6.3	Désinfectant ou P3-oxonia active	10
7.	Conclusion.....	10
	CHAPITRE II : Fonctionnement et éléments de la station CIP	11
1.	Introduction	11
2.	Paramétrage de la procédure de nettoyage.....	11
3.	Fonctionnement de la station CIP.....	11
3.1	Régénération.....	12
3.1.1	Eau récupérée.....	12
3.1.2	Soude	12
3.1.3	Acide	13
3.1.4	Désinfectant	13
3.2	Envoie des solutions.....	14
3.2.1	Pré lavage à l'eau chaude (eau récupérée.....	14
3.2.2	Lavage avec la soude.....	14
3.2.3	Rinçage intermédiaire à l'eau	14
3.2.4	Lavage à l'acide nitrique	14

3.2.5	Rinçage intermédiaire à l'eau	14
3.2.6	Désinfection	15
3.2.7	Rinçage final à l'eau neuve	15
4.	Identification des actionneurs de la siroperie	16
4.1	Pompes	16
4.1.1	Définition	16
4.1.2	Pompes doseuses	16
4.1.3	Pompe centrifuge	17
4.2	Les électrovannes	17
5.	Identification des instruments de la siroperie	18
5.1	Capteurs	18
5.1.1	Définition	18
5.2	Capteur de niveau analogique :	19
5.3	Sonde de température	19
5.4	Conductimètre	20
6.	Eléments de l'armoire électrique	21
7.	Conclusion	22
	CHAPITRE III : Cahiers des charges et Grafjets de la station CIP	23
1.	Introduction	23
2.	Objectif de notre travail	23
3.	Outil de programmation Grafjet	24
3.1	Définition	24
3.2	Concepts de base d'un GRAFCET	24
4.	Le logiciel Automgen	25
4.1	Présentation	25
4.2	Lancement du logiciel	25
4.3	Création d'un nouveau projet	26
5.	Cahiers des charges et différents Grafjets de la station NEP	27
5.1	Préparation de la recette	30
5.1.1	Préparation de la cuve de l'eau récupérée	30
5.1.2	Préparation de la recette soude	33

5.1.3	Préparation de la recette acide	35
5.1.4	Préparation de la recette désinfectante	38
5.2	L'envoi de la recette.....	40
5.2.1	Prélavage avec l'eau récupérée chaude	40
5.2.2	Lavage avec la solution soude	43
5.2.3	Rinçage à l'eau neuve.....	46
5.2.4	Lavage avec la solution acide	49
5.2.5	Rinçage à l'eau neuve.....	52
5.2.6	Lavage avec la solution désinfectant.....	53
5.2.7	Rinçage à l'eau neuve.....	56
6.	Conclusion.....	57
CHAPITRE IV : Elaboration du programme de la Station CIP.....		58
1.	Introduction	47
2.	Système automatisé et processus industriel	47
2.1	La Partie Opérative (PO).....	48
2.1.1	Les effecteurs.....	48
2.1.2	Les actionneurs	48
2.1.3	Les préactionneurs	48
2.2	La Partie Relation (PR)	49
2.3	La Partie Commande (PC).....	49
3.	Objectifs de l'automatisation	49
4.	Les Automate Programmable Industriel API.....	49
4.1	Définition d'un API	49
4.2	Les critères de Choix d'automate programmable	50
5.	Utilisation du logiciel TIA Portal	50
5.1	Bloc système.....	50
5.2	Blocs utilisateurs.....	50
5.2.1	Bloc d'organisation (OB)	50
5.2.2	Blocs fonctionnels (FB).....	51
5.2.3	Fonction (FC).....	51
5.2.4	Blocs de Données (DB)	51
5.3	Création d'un projet	51

6.	Création du projet d'automatisation de la station CIP	52
6.1	Configuration et paramétrage du matériel	52
6.1.1	Description de l'automate utilisé S7-300	53
6.1.2	Configuration des appareils du projet	54
6.1.3	Adressage des entrées et sorties E/S	55
6.2	Elaboration du programme d'automatisation de la station CIP	56
6.2.1	Création de la table des mnémoniques	56
6.2.2	Création de l'OB1 principal.....	59
6.2.3	Programmes réalisés.....	59
6.2.4	Compilation et chargement du programme	62
6.2.5	Simulation du programme	63
6.2.6	Activer la visualisation du programme	63
7.	Conclusion.....	64
	CONCLUSION GENERALE	65
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	66
	ANNEXE.....	67

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de l'entreprise	2
Figure 2 : La structure interne de l'unité de TCHINA D'EL-KSEUR.....	3
Figure 3 : Processus de fabrication de jus.....	5
Figure 4 : Régénération de l'eau récupérée	12
Figure 5 : Régénération de la soude	13
Figure 6 : Régénération de l'acide	13
Figure 7 : Régénération du désinfectant	13
Figure 8 : Cycle optimisé du fonctionnement de la station CIP	15
Figure 9 : Image d'une pompe doseuse	16
Figure 10 : Image d'une pompe centrifuge.....	17
Figure 11 : Image d'une électrovanne	18
Figure 12 : Image d'un capteur de niveau analogique	19
Figure 13 : Image d'une sonde de température.....	20
Figure 14 : Image d'un conductimètre	20
Figure 15 : Éléments de base d'un GRAFCET	25
Figure 16 : Vue sur ouverture de la fenêtre du projet.....	26
Figure 17 : Éléments du navigateur.....	26
Figure 18 : fenêtre de création d'un projet sur Automgen.....	27
Figure 19 : Interface de programmation avec Grafcet sur Automgen.....	27
Figure 20 : Structure générale d'un système automatisé	48
Figure 21 : Vue sur la création d'un nouveau projet sur TIA Portal.....	51
Figure 22 : Vue sur la validation du choix de la CPU sur TIA Portal.....	52
Figure 23 : Automate programmable industriel S7-300.....	53
Figure 24 : Vue sur le rack et les différents éléments de type d'automate choisi.....	54
Figure 25 : Identification des adresses des E/S.....	56
Figure 26 : Réseau d'activation et désactivation du système de la station CIP	60
Figure 27 : Réseau du capteur de niveau de l'eau récupérée	60
Figure 28: Bloc de données [DB1] du programme de la station CIP	61
Figure 29 : Fenêtre du choix de mode de connexion entre PC et API	62
Figure 30 : Chargement du programme principal	63
Figure 31 : Activation de la visualisation du programme.....	63
Figure 32 : Interface de simulation S7-PLCSIM du programme de la station CIP	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de la pompe doseuse.....	16
Tableau 2 : Caractéristiques techniques de la pompe centrifuge	17
Tableau 3 : Caractéristiques techniques des électrovannes	18
Tableau 4 : Caractéristiques techniques des capteurs de niveau analogique	19
Tableau 5 : Caractéristiques techniques du conductimètre.....	21
Tableau 6 : Liste des abréviations d'éléments utilisés sur Automgen	29
Tableau 7 : Table des mnémoniques du programme de la station CIP	56

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours l'automatisation des systèmes de production devient de plus en plus importante pour accroître la production dans un court temps et en moins d'énergie. Pour cela, l'insertion d'un automate programmable dans tous les procédés industriels est donc la solution adéquate afin de gérer d'une manière autonome un cycle de travail qui se décompose en séquences ou étapes.

La qualité et l'hygiène jouent un rôle essentiel dans une entreprise agroalimentaire. Pour cela, disposer d'un système de nettoyage est indispensable pour minimiser les risques de contamination et ainsi assurer à tout moment la sécurité des produits.

Aujourd'hui le nettoyage en place (NEP ou CIP « Cleaning In Place ») est la méthode de nettoyage standard dans toutes les industries agroalimentaires. C'est un processus dans lequel des solutions de lavage et de désinfection circulent dans le circuit, nettoyant les lignes de production et les emballages sans démontage. Dans ce cadre, lors de notre stage pratique au sein de l'unité COJEK EL-KSEUR, notre objectif est de comprendre le mode de fonctionnement de leur installation CIP utilisée pour le nettoyage interne de tous les équipements utilisés dans la production de jus. Ceci afin de développer un programme d'automatisation pour cette station qui servira de base et de support à tout système de ce type.

Ce mémoire sera organisé autour de quatre chapitres, une introduction et une conclusion générale. De plus, une partie préambule, dédiée à la présentation de l'organisme d'accueil ; qui est la SPA COJEK EL-KSEUR du Cevital. Les différentes parties de ce travail, sont comme suite :

Le premier chapitre, qui sera consacré à la présentation générale de l'unité de production des jus, ainsi la description de la station de nettoyage étudiée.

Le deuxième chapitre sera voué à la présentation des différents équipements et éléments de la station CIP et leurs modes de fonctionnement.

Dans le chapitre trois, nous présenterons les différents cahiers des charges de notre système CIP et leurs modélisations à l'aide de l'outil Grafset sous logiciel Automgen.

Dans le quatrième chapitre, nous présenterons le logiciel TIA Portal V16 utilisé dans notre travail et les étapes de création de notre projet. Par la suite, nous adapterons une solution programmable pour le fonctionnement de notre système de nettoyage en utilisant le langage LADDER.

Enfin, nous terminerons ce travail par une conclusion générale qui passe en revue tout ce qui sera abordé dans ce projet.

PREAMBULE

1. Groupe CEVITAL

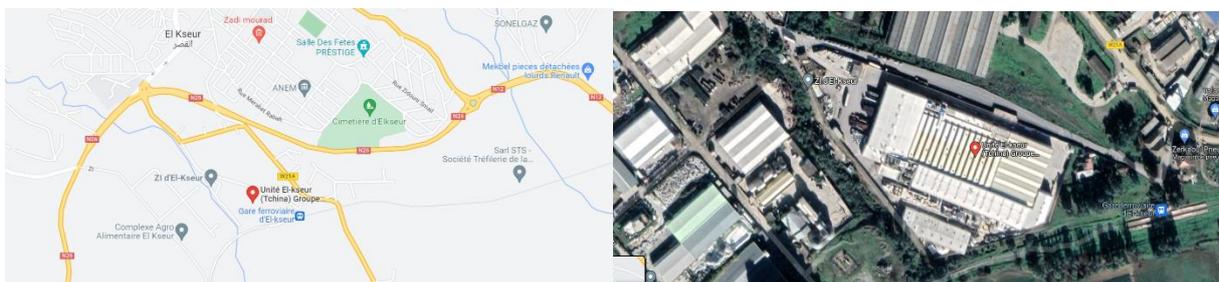
Première entreprise privée et sixième entreprise Algérienne, CEVITAL est un ensemble industriel intégré, concentré en première partie dans le secteur de l'agroalimentaire. Elle ambitionne de se positionner sur le marché mondial en gagnant sa place parmi les 10 plus importantes sociétés africaines.

2. Unité C.O.J.E.K

La conserverie d'EL-KSEUR a été mise en activité en avril 1977 par la SO.GE.D.LA. (Société de gestion et d'étude du développement des industries agro-alimentaires) dans le but d'augmenter la production étant faible et d'absorber l'excédent en produit agricoles ; lors des restrictions du 1982, elle est devenue l'entreprise nationale des jus et des conserves (I'E.NA.JU.C.), divisée en filiale autonomes en 1998. CO.J.EK. (Conserves et jus d'EL (KSEUR) est l'une de ces filiales jusqu'à 2007 ; à partir de cette année devenue une filiale du groupe Cevital.

3. Situation géographique

L'unité C.O.J.E.K. est située dans la commune d'EL KSEUR, à 25Km de Bejaia et à quelque mètre de la zone ferroviaire, elle est implantée dans région à vocation agricole à droite de la route nationale N°26 liant ALGER-BEJAIA. Tous ces caractères lui confèrent un emplacement stratégique favorable facilitant les opérations d'approvisionnement et de distribution des produits. Un schéma de l'entreprise est représenté dans la figure ci-dessous :



a : chemin d'accès

b : plan de situation

Figure 1 : Situation géographique de l'entreprise

4. Activités de l'entreprise

L'unité fabrique et commercialise plusieurs produits, à savoir les jus en bouteilles de verre et de plastique, des conserves d'abricot de figues et de fraise, des sauces en verre et en plastique.

La capacité de production est de 20 000 à 32 000 bouteilles/heure de jus, respectivement pour la ligne de verre et de PET, de 4 à 6 tonnes/heure pour les conserves, et une moyenne de 18 000 pour les sauces en verre et en plastique.

5. La structure interne de l'unité

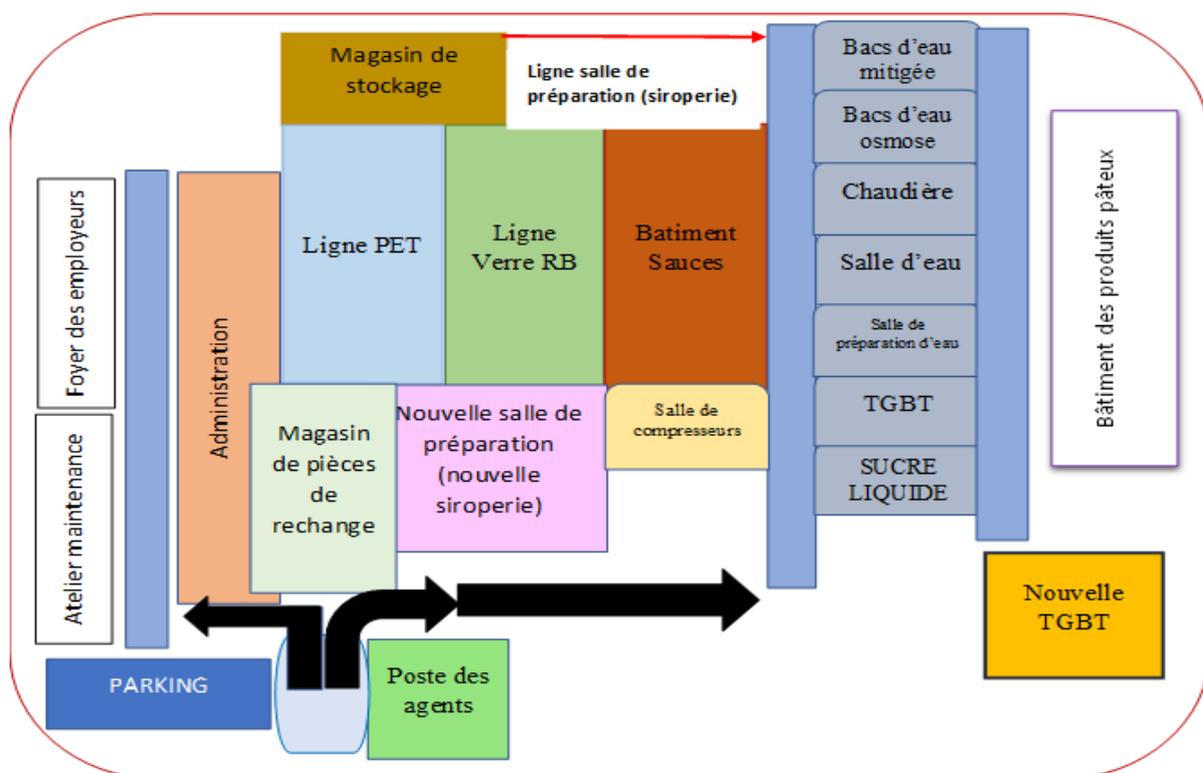


Figure 2 : La structure interne de l'unité de TCHINA D'EL-KSEUR

**CHAPITRE I : *Présentation de la
Siroperie et de la Station CIP***

1. Introduction

L'hygiène dans l'industrie alimentaire constitue un facteur d'une très grande importance pour la réussite de son activité, c'est un ensemble de règles et de pratiques relatives à la protection du consommateur et à la conservation de sa santé. Pour cela un nettoyage de tous les équipements de production doit s'effectuer après chaque utilisation, pour éliminer toute accumulation des résidus de produits et éviter tout risque de contamination.

Une station de Nettoyage En Place (NEP) est mise en service, elle exerce une fonction totalement indépendante du procédé de production. Mais elle doit assurer le nettoyage de tous circuits et équipements rentrants dans la production sans avoir recours au lavage manuel ou démontage des équipements

Dans ce chapitre, nous commencerons par un bref aperçu de la Siroperie présente dans l'Unité COJEK. Plus tard, nous procéderons à la description et à l'identification des différents éléments et équipements de l'installation CIP existante.

2. Présentation des différentes chaînes de production

L'unité dispose de cinq (05) chaînes de production qui sont comme suit :

- Chaîne de décrassage (Orange, abricot, figue, pomme, poire),
- Chaîne des eaux fruitées en bouteille verre (RB),
- Chaîne des eaux fruitées en bouteille plastique (PET),
- Chaîne de production des sauces en verre,
- Chaîne de production des sauces en plastique.

3. Présentation de la siroperie

La siroperie rassemble différentes unités qui sont utilisées dans la production des jus. Le système de production de la siroperie de Tchina El-Kseur comporte plusieurs zones de production, chacune d'elles transforme un ensemble de produits déterminés. La production se fait dans une série ordonnée d'opérations qui transforment les matières premières en produits finis. Un nettoyage des bouteilles s'impose s'il s'agit d'emballage en verre. L'emballage en PET (polyéthylène téréphtalate) passe par un four puis par une souffleuse. Les bouteilles ainsi prêtes passent par la remplisseuse puis par une bouchonneuse, ensuite par une étiqueteuse puis par un dateur. Enfin les produits sont mis dans des caisses s'il s'agit d'emballage en

verre, ou sous forme de fardeaux si l'emballage est en PET. Les caisses ou les fardeaux sont rassemblés en palettes, ces dernières sont houssées et seront dirigées vers les stocks.

La figure ci-dessous présente la structure de la siroperie :

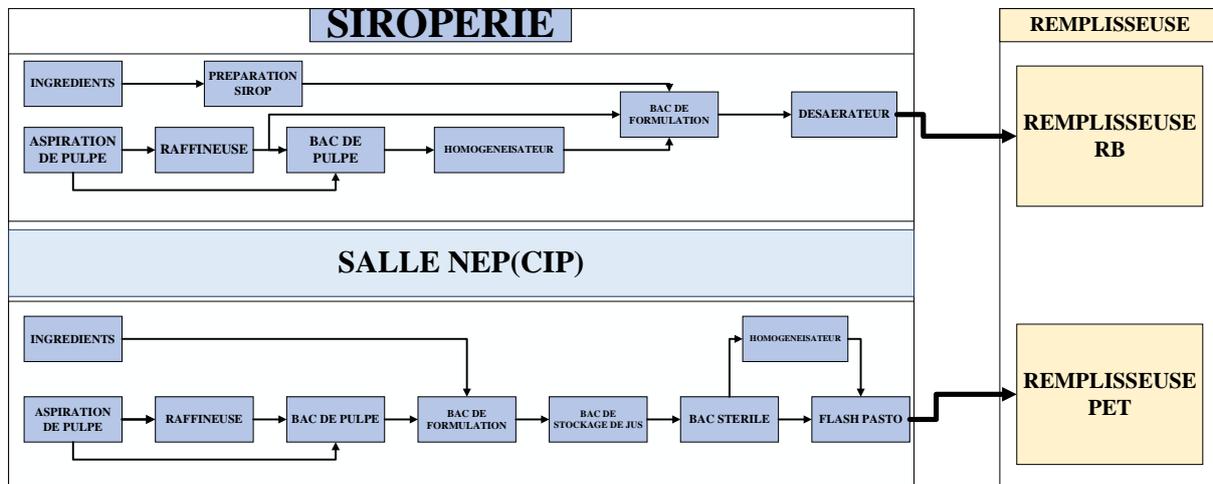


Figure 3 : Processus de fabrication de jus

3.1 Éléments de la siroperie

Le système de gestion de la siroperie est composé de plusieurs zones, parmi ces dernières on trouve :

3.1.1 Raffineuse

Elle est équipée de batteurs rotatifs qui font passer la pulpe du fruit à travers un tamis cylindrique en inox, comprenant des trous dont le diamètre correspondant à la finesse demandée.

3.1.2 Homogénéisateur

Il a le rôle de stabiliser les mélanges instables et rendre le produit homogène, pour une durée de conservation plus longue, une bonne texture et un bon goût.

3.1.3 Désaérateur

Il sert à éliminer les bulles et les microbulles présentes dans le produit.

3.1.4 Un Flash Pasto

Il a pour but la stérilisation et la pasteurisation du produit ; la destruction de certains microorganismes et toutes bactéries présentes dans le produit.

3.1.5 Une salle NEP

La production des jus exige une hygiène parfaite de tous les équipements rentrant dans la production. Pour cela, un nettoyage doit être effectuée à la fin de chaque cycle de production, pour éliminer tout risque de contamination. La salle NEP permet le nettoyage des équipements rentrant dans la production.

4. Définition du nettoyage

Selon la définition de l'AFNOR (Norme 50-109), « le nettoyage est une opération qui consiste à éliminer d'une surface donnée toute souillure visible ou invisible pouvant s'y trouver ».

L'objectif du nettoyage est d'éliminer toutes traces de souillures ou de contaminants afin de maîtriser du mieux possible le risque de contamination croisée [1].

Par conséquent, le nettoyage est considéré comme une opération productive, il est à la fois le premier maillon de la chaîne de production, car pour fabriquer un produit pur, nous avons besoin d'un équipement propre, et en est le dernier car on nettoie toujours à la fin de l'utilisation.

4.1 Types de nettoyage

On trouve différents types de nettoyage, à savoir :

4.1.1 Nettoyage manuel

Le nettoyage manuel est une opération de trempage et de brossage. Cette méthode dépend de l'opérateur qui effectue manuellement l'ensemble des opérations. Lors du nettoyage manuel, l'opérateur peut entrer en contact avec la solution de détergent. De plus, il faut s'assurer que les opérateurs appliquent bien la procédure de nettoyage avec différentes consignes (la concentration de la solution de lavage, la température de l'eau /solution de lavage et le temps de nettoyage) [2].

4.1.2 Nettoyage semi-automatique

Il s'agit d'un enchaînement d'opérations de nettoyage manuelles et automatiques. Ce nettoyage permet de limiter l'intervention de l'opérateur comme la préparation de la solution détergente (réduction du risque d'accident lors de la manipulation du détergent). Après le pré-lavage manuel, l'opérateur pourra démonter les pièces de l'équipement pour les installer

dans le système de lavage. Il y a donc impossible de manutention de pièces plus ou moins lourdes pour l'opérateur [2].

4.1.3 Nettoyage automatique

Pour ce type de nettoyage, l'équipement est nettoyé sans démontage préalable, De plus, l'opérateur n'intervient pas dans le nettoyage, il est seulement présent pour s'assurer du bon déroulement du nettoyage et vérifie les données brutes qui sont enregistrées sur un rapport papier ou une supervision. Il est aussi appelé le nettoyage en place (NEP) ou « Clean In Place » (CIP) et, il fera l'objet de notre étude.

5. Le Nettoyage En Place (NEP)

CIP est l'acronyme anglais de : Clean In Place qui est l'équivalent de Nettoyage En Place (**NEP**). C'est un système de lavage intégré aux installations. Largement automatisé, elle consiste à nettoyer les cuves et les tuyauteries, par circulation des diverses solutions, sans démontage, ni lavage manuel des appareils.

La station CIP étudiée comporte les éléments suivants : des cuves (réservoirs), des vannes, des pompes, des capteurs, un conductivimètre, une source de soude, une source d'acide et une source de désinfectant, des lignes d'arrivée d'eau, de vapeur et d'aire.

5.1 Identification des différents éléments de la station NEP

L'installation NEP permet le nettoyage des équipements rentrant dans la production simultanément.

La station NEP étudiée comporte : des réservoirs (cuves), des vannes, des pompes, un échangeur de chaleur, des capteurs, un conductivimètre, une source de soude, d'acide et de désinfectant, des lignes d'arrivées d'eau, de vapeur et d'aire.

5.1.1 Cuves

Ils existent plusieurs types de cuve dans la station :

- Une cuve de l'eau récupérée : contient l'eau de rinçage final, elle sera utilisée pour le premier rinçage dans la session suivante de nettoyage,
- Une cuve pour la préparation de la solution soude : contient du (NaOH) et de l'eau à une température de 80 à 85°C pour éliminer les souillures organiques,
- Une cuve pour la préparation de la solution acide : contient l'acide nitrique et de l'eau et à une température de 55 à 60°C pour éliminer les souillures minérales,

- Une cuve de l'eau neuve : contient l'eau propre, utilisée pour le rinçage final de l'installation,
- Une cuve pour la préparation de la solution désinfectant : contient OXONIA active à une température ambiante pour éliminer les micro-organismes.

5.1.2 Pompes

Notre installation dispose de :

- Trois pompes doseuses : Elles sont associées à des conteneurs de concentrés, leur rôle est d'injecter le produit soude, acide ou désinfectant d'une manière discontinue afin d'assurer la concentration des solutions de lavage avec un bon pourcentage de conductivité,
- Une pompe d'envoie centrifuge : elle assure l'envoie de l'eau des solutions de nettoyage vers l'équipement à nettoyer.

5.1.3 Vannes

On trouve :

- Une vanne manuelle,
- Quinze vannes TOR.

5.1.4 Capteurs

Ils existent :

- Des sondes de température analogique placées sur chacune des cinq cuves,
- Un capteur de température analogique placé sur la sortie de la vanne de vapeur,
- Un capteur de température analogique sur la ligne de retour NEP,
- Des capteurs de niveau analogique placé sur chacune des cuves,
- Un capteur de pression analogique placé après la pompe d'envoie et l'autre sur la ligne de retour CIP,

5.1.5 Des sources conteneurs de concentrés de soude, d'acide et de désinfectant

Deux petites cuves placées dans la salle de NEP, pour assurer l'injection de la soude, d'acide et de désinfectant.

5.1.6 Un conductivimètre

C'est un capteur analogique placé sur la ligne de retour NEP pour mesurer la conductivité de des solutions soude, acide et désinfectant.

5.1.7 Tuyauterie

Des tuyaux en inox reliés à tout l'équipement de production de jus, ils assurent l'envoi et le retour des solutions de nettoyage.

5.1.8 Ligne arrivé eau

Pour le remplissage de la cuve d'eau neuve

5.1.9 Ligne arrivé vapeur

Pour le chauffage des solutions

5.1.10 Ligne arrivé air

Pour la pousse à l'air

5.1.11 Une ligne d'envoi NEP

Pour l'envoi des solutions de nettoyage

5.1.12 Une ligne de retour NEP

Pour le retour des solutions de nettoyage

6. Les produits de nettoyage utilisés

6.1 Soude

La soude caustique est un solide blanc, inodore, un produit très hygroscopique qui absorbe rapidement l'humidité de l'air et en même temps fixe le dioxyde de carbone avec lequel il forme du carbonate de sodium. Elle est utilisée souvent dans le domaine alimentaire pour le nettoyage des bouteilles, matériels et équipements. Particulièrement active sur les souillures organiques notamment des matières grasses, elle solubilise les protéines et nettoient les dépôts difficiles à enlever. La soude possédant une forte concentration est efficace pour le nettoyage automatique. C'est une base forte dont les solutions aqueuses, très alcalines, réagissent vigoureusement avec les acides

6.2 Acide nitrique

L'acide nitrique est un liquide incolore d'odeur suffocante, miscible à l'eau en toutes proportions, il donne avec l'humidité de l'air d'abondantes fumées blanches. Le nettoyage à l'acide sert à neutraliser les restes caustiques sur les surfaces. Le détergent acide permet d'éliminer les souillures minérales. En fonction de la concentration utilisée, il peut être plus ou moins corrosif. Il faut donc des équipements de protection individuels adaptés pour protéger les opérateurs.

6.3 Désinfectant ou P3-oxonia active

P3-oxonia active, un produit qui vise à éliminer ou tuer les microbes indésirables. La surface ou l'ambiance ainsi désinfectée devient microbiologiquement saine, il n'est ni rémanent ni polluant, et ne présente pas de comportement corrosif vis-à-vis de la plupart des matériaux utilisés dans les conditions habituelles d'emploi, il particulièrement adapté aux utilisations en nettoyage en place ainsi qu'en condition aseptique, il est impératif de le diluer avant toute application et surtout sur des surfaces préalablement rincées et nettoyées et l'opération doit être suivie d'un rinçage final à l'eau neuve.

7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principaux éléments de la siroperie. Ensuite, nous avons donné une description générale de la station de nettoyage en place CIP ainsi que des différents équipements qui la composent. Le principe de fonctionnement et la description approfondie de ces différents outils qui seront utilisés dans notre étude feront l'objet du chapitre suivant.

**CHAPITRE II : *Fonctionnement et
éléments de la station CIP***

1. Introduction

Identifier, définir, comprendre et maîtriser le fonctionnement des différents éléments de la partie opérative de la station CIP est plus que nécessaire. Ce chapitre sera consacré, d'une part, à la présentation et à la description des différents éléments qui composent la station CIP de l'Unité COJEK, et d'autre part, au principe de fonctionnement de cette station.

2. Paramétrage de la procédure de nettoyage

Les paramètres d'un CIP influencent sur l'efficacité du nettoyage, ils sont donc des facteurs importants qui devraient être respectés.

On distingue quatre paramètres à considérer lors d'un NEP, ces derniers sont déterminés par rapport à la nature de la souillure et du matériel à nettoyer, ainsi le détergent approprié est sélectionné. Toutefois, la recette doit être modifiée en fonction de la nature de la souillure apparue [3].

Lors d'un cycle NEP, les paramètres principaux à régulariser sont :

- ✓ Débit et Pression,
- ✓ Température (contrôle par sonde de température et régulation via échangeur),
- ✓ Temps de contact des solutions de nettoyage avec l'équipement à nettoyer,
- ✓ Concentration de la solution de nettoyage (contrôle de conductivité).

3. Fonctionnement de la station CIP

Un cycle de nettoyage commence par le pré-lavage et se termine par le rinçage final. Les meilleures conditions de nettoyage se rencontrent avec le système Clean In Place qui est un système fermé où la solution de nettoyage circule et nettoie les équipements de production. Le système NEP au niveau de la siroperie est divisé en différentes étapes. A la fin de chaque système CIP, le contrôleur du laboratoire fait un prélèvement de l'eau de rinçage final pour vérifier le déroulement du NEP.

Avant de lancer la procédure de lavage, la vérification des conditions initiales est recommandée :

- ✓ Le circuit d'alimentation en eau de la cuve d'eau neuve s'il est mis en service,
- ✓ Présence de vapeur en ligne,
- ✓ Présence d'air en ligne des vannes,
- ✓ La présence du produit à doser (acide, soude et désinfectant),

- ✓ Tableau électrique allumé.

Après vérification des conditions initiales de démarrage du cycle de nettoyage, l'agent sélectionne la ligne du système disponible à nettoyer et actionne un bouton sur l'armoire de commande qui enclenchera le cycle correspondant.

Le CIP se fait en deux parties :

- ✓ Régénération ou préparation des recettes de CIP,
- ✓ Envoie des solutions de nettoyage.

3.1 Régénération

Cette partie consiste à préparer les différentes recettes qui serviront plus tard dans la partie nettoyage.

3.1.1 Eau récupérée

Chauffer l'eau récupérée lors des inter-rinçage et maintenir en température (60-65°C) en faisant injecter de la vapeur dans l'eau.

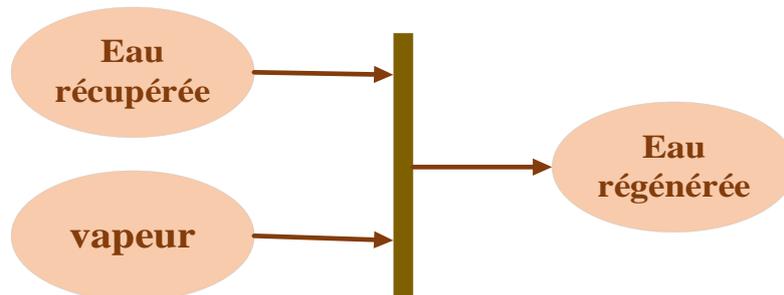


Figure 4 : Régénération de l'eau récupérée

3.1.2 Soude

Remplir la cuve avec la soude et l'eau neuve, chauffer la solution et maintenir en température (80-85°C) en la faisant injecter de la vapeur dans la solution, doser la solution soude-eau et maintenir à concentration (92mS/cm) en enclenchant la pompe doseuse soude.

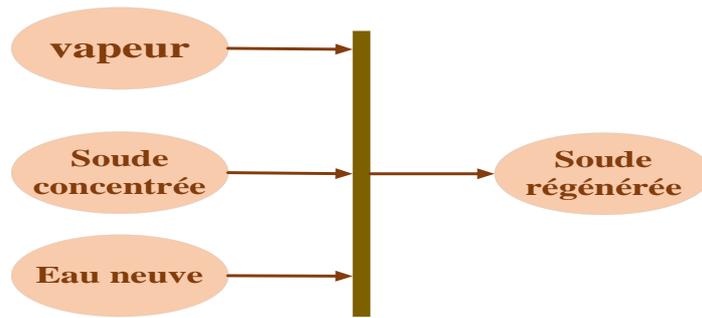


Figure 5 : Régénération de la soude

3.1.3 Acide

Remplir la cuve avec l'acide et l'eau neuve, chauffer la solution et maintenir en température (55-60°C) en la faisant injecter de la vapeur dans la solution, doser la solution acide-eau et maintenir à concentration (27mS/cm) en enclenchant la pompe doseuse acide.

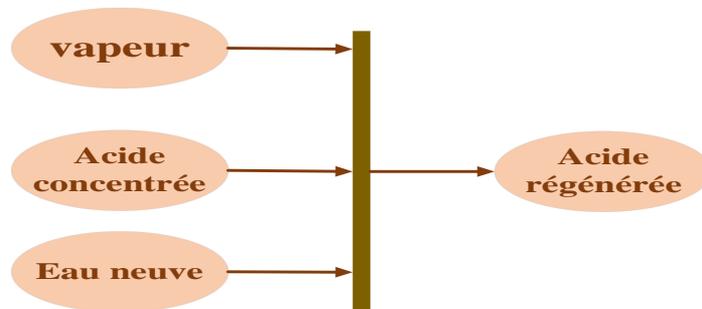


Figure 6 : Régénération de l'acide

3.1.4 Désinfectant

Remplir la cuve avec le désinfectant et l'eau neuve, la température de la solution est la même que la température ambiante, doser la solution et maintenir à concentration (2mS/cm) en enclenchant la pompe doseuse soude.

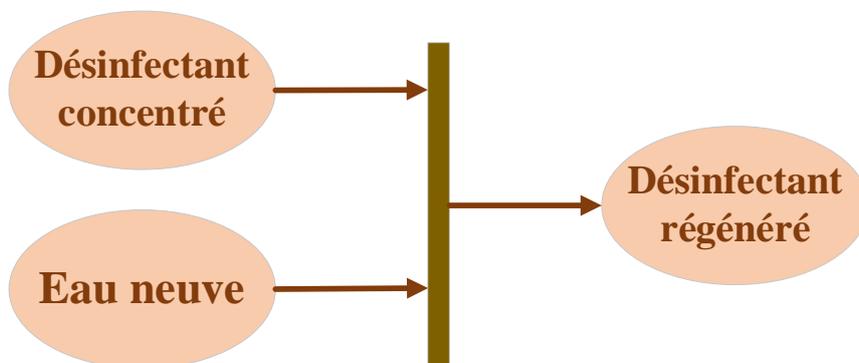


Figure 7 : Régénération du désinfectant

3.2 Envoie des solutions

Après avoir préparé les solutions, les étapes de nettoyage suivantes seront déclenchées automatiquement :

3.2.1 Prélavage à l'eau chaude (eau récupérée)

Un rinçage préliminaire est nécessaire pour éliminer les résidus des produits dans les surfaces des équipements et enlever les souillures non adhérentes. Pour ce faire, on peut utiliser de l'eau récupérée lors des inter-rinçage. Il est recommandé de déclencher cette phase dès la fin de la fabrication afin d'éviter le séchage de la souillure qui rendrait le nettoyage plus difficile.

3.2.2 Lavage avec la soude

Un nettoyage alcalin avec un détergent alcalin est nécessaire pour enlever les souillures organiques (protéines, matière grasse) l'alcalinité de la solution sera plus ou moins forte, l'addition d'agents inhibiteurs autorisera cette phase sur des matériaux sensible Ce détergent alcalin dissout les graisses et les protéines, et nettoie les dépôts qui sont difficiles à enlever.

3.2.3 Rinçage intermédiaire à l'eau

Un premier inter-rinçage vise à éliminer les résidus de détergent alcalin. On peut récupérer les eaux de la fin de rinçage et réutiliser pour faire le rinçage préliminaire du prochain équipement à laver Sert à éliminer le reste de la soude caustique sur les surfaces.

3.2.4 Lavage à l'acide nitrique

Le lavage par un détergent acide sert à enlever les souillures minérales dans le cas où c'est nécessaire. Dans certains cas, on peut remplacer le lavage acide par un rinçage légèrement acidifiée Pour éliminer tout d'abord les sels précipités, désagréger ainsi la couche de saleté et faciliter alors la dissolution des protéines par le détergent alcalin. Il sert à neutraliser les restes caustiques sur les surfaces à nettoyer.

3.2.5 Rinçage intermédiaire à l'eau

Ce second inter-rinçage vise à éliminer les résidus de détergent acide, il a pour but d'éliminer les traces d'acide avant réalisation de l'opération de désinfection.

3.2.6 Désinfection

Une désinfection se fait peu de temps avant les opérations de production. On peut utiliser un assainissement chimique, avec l'eau chaude ou une combinaison des deux Sert à éliminer des germes, de manière à stopper ou prévenir une infection ou le risque d'infection ou surinfection par des micro-organismes ou virus pathogènes et/ou indésirables. Dans le cas où la désinfection est nécessaire, elle est effectuée à l'aide de la solution désinfectante.

3.2.7 Rinçage final à l'eau neuve

Cette dernière étape est recommandée dans le cas de l'assainissement avec un désinfectant chimique. Si on utilise un désinfectant sans rinçage il faut avoir la certitude que l'équipement est bien lavé et que le NEP est en mesure de drainer complètement l'assainisseur L'eau froide enlève les résidus du désinfectant.

La figure ci-dessous représente le fonctionnement de l'opération de nettoyage en place :

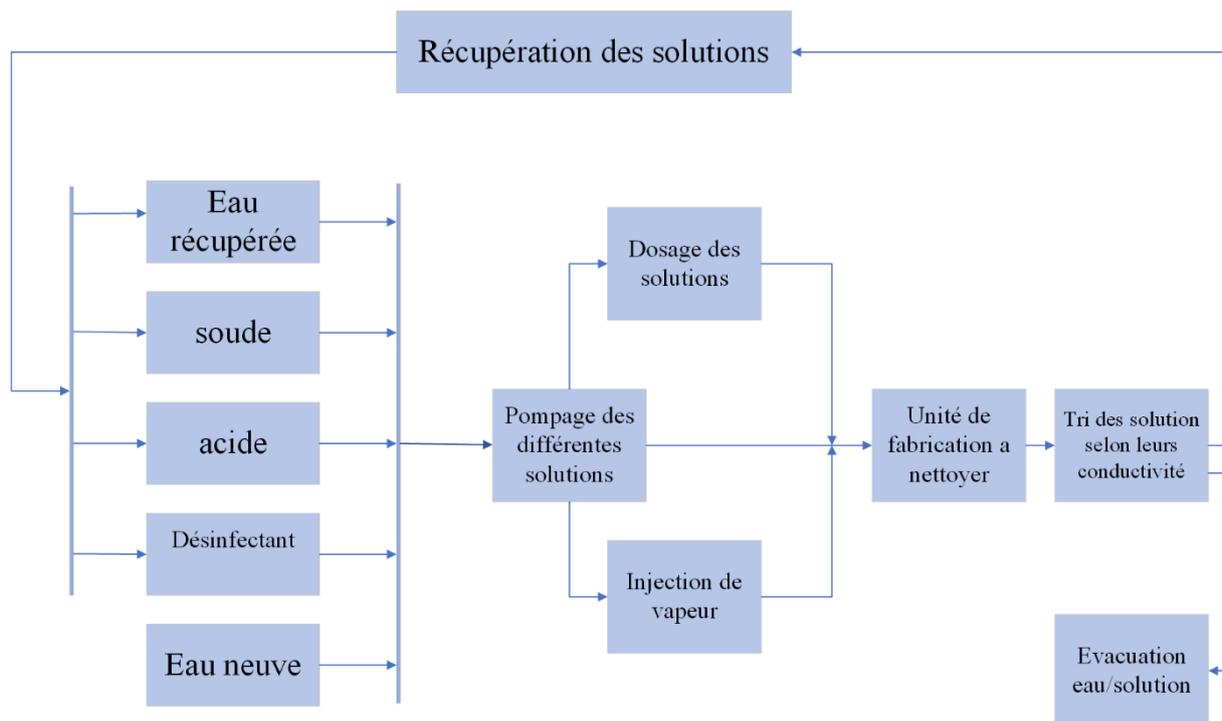


Figure 8 : Cycle optimisé du fonctionnement de la station CIP

4. Identification des actionneurs de la siroperie

4.1 Pompes

4.1.1 Définition

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide, et parmi les pompes utilisées on cite :

4.1.2 Pompes doseuses

Les pompes doseuses sont généralement des pompes avec doseur oscillant. Un volume de liquide défini avec exactitude est aspiré lors de la course de retour du piston et poussé dans la conduite de dosage lors de la course de refoulement. Les réglages des pompes peuvent être modifiés pour atteindre un dosage précis et constant [4].



Figure 9 : Image d'une pompe doseuse

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de la pompe doseuse

Désignation	Référence
Tension	100-240V
Courant	0.6-1.5A
Fréquence	50-60Hz
Pression	7 bars
Puissance	110W
Classe de protection	IP65

4.1.3 Pompe centrifuge

Les pompes centrifuges sont des machines hydrauliques caractérisées par leur faculté à transmettre de l'énergie à des fluides (en particulier liquides) grâce à la force centrifuge. L'objectif principal est de transférer des fluides par une augmentation de la pression. Les pompes centrifuges peuvent avoir des conceptions différentes, mais leur principe de fonctionnement et leurs caractéristiques dynamiques des fluides sont toujours les mêmes.



Figure 10 : Image d'une pompe centrifuge

Tableau 2 : Caractéristiques techniques de la pompe centrifuge

Désignation	Référence
Tension	380 V
Démarrage	Triangle
Fréquence	50Hz
Puissance	5.5KW
Vitesse de rotation	2890tr/min
Courant	10.8/6.2A
Facteur de puissance	0.87
Classe	F
Echauffement maximal	100°C
Température maximale	140°C
Température ambiante	40°C
Classe de protection	IP55

4.2 Les électrovannes

Ce sont des vannes TOR (tout ou rien). Elles ne peuvent prendre que deux positions, ouverture ou fermeture, qui se traduit en termes de cours du clapet 0% ou 100% (ne peuvent s'ouvrir qu'en entier ou pas du tout).

Elles sont commandées électriquement à l'aide d'un automate programmable, quand elles sont activées l'air comprimé actionne l'actionneur pneumatique. Ces vannes sont alimentées avec une pression de 5 à 7 bars, elles sont équipées d'un interrupteur manuel qui permet aussi bien l'ouverture que la fermeture en cas d'absence d'alimentation



Figure 11 : Image d'une électrovanne

Tableau 3 : Caractéristiques techniques des électrovannes

Désignation	Référence
Pression maximale	9 bars
Pression de service	5-7 bars
Fréquence	50Hz
Tension d'alimentation	24V
Température maximale du fluide	100°C
Température ambiante	80°C

5. Identification des instruments de la siroperie

La siroperie est équipée d'un ensemble d'instruments qui servent à mesurer les différentes grandeurs : débit, pression, température et niveau. Parmi ces instruments on distingue :

5.1 Capteurs

5.1.1 Définition

Les capteurs sont des composants d'automatisme de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Ils prélèvent une information sur le comportement de la PO et la

transforment en une information exploitable qui peut être un signal ou une grandeur normée (binaire par exemple) par la PC. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique [5].

5.2 Capteur de niveau analogique :

Leurs mesures continue est idéale pour une surveillance précise du niveau et assure une sécurité accrue.

Ils sont placés sur chaque cuve, pour connaître à tout moment le niveau de remplissage ou le volume encore disponible. Il délivrera un signal dont l'amplitude sera donnée directement en fonction du niveau du réservoir.



Figure 12 : Image d'un capteur de niveau analogique

Tableau 4 : Caractéristiques techniques des capteurs de niveau analogique

Désignation	Référence
Pression	16 bars
Courant	4-20mA
Tension	10-30V
Température de process	-20 /100°C
Température ambiante	-20 /85°C

5.3 Sonde de température

Les sondes de température (ou capteurs de température) sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique. Ils peuvent agrandir les signaux de température et puis les transmettre aux signaux DC standards.

Des indicateurs de température sont placés sur chaque cuve, pour donner une indication sur la température intérieure et également sur la ligne de vapeur pour commander la vanne de vapeur et sur la ligne de retour NEP pour connaître la température des solutions au retour.



Figure 13 : Image d'une sonde de température

5.4 Conductimètre

Un Conductivimètre ou un conductimètre est un appareil permettant de mesurer une propriété de conductivité. Il existe des conductimètres spécifiques à certaines applications : mesure de la conductivité électrique d'une solution. Cet appareil est composé d'un générateur basse fréquence (courant alternatif), d'un ampèremètre et d'un voltmètre. Le but d'une mesure conductimétrique est de doser une substance en utilisant la variation brusque de la conductance pour déterminer le point d'équivalence [6].



Figure 14 : Image d'un conductimètre

Tableau 5 : Caractéristiques techniques du conductimètre

Désignation	Référence
Tension	24V
Courant	4-20Ma
Fréquence	50Hz
Puissance apparente	7.5VA
Température ambiante	0-55°C
Température	-10-125°C
Plage de mesure	100Us/cm-2000mS/cm
Classe de protection	IP67

6. Eléments de l'armoire électrique

L'armoire électrique, également appelée tableau électrique se présente sous la forme d'un coffret dans lequel plusieurs rails métalliques s'alignent. Il est composé de plusieurs éléments, à savoir :

- **Interrupteur différentiel ou interrupteur de sécurité triphasé** : placé en tête de l'armoire électrique, permettant de mettre hors tension une partie ou l'intégralité d'une installation. En effet, la coupure de proximité possède une forte capacité d'isolement et sera à même d'éviter tout effet d'arc électrique involontaire entre ses pôles amont et aval. Les interrupteurs de sécurité assurant ainsi une sécurité sans faille en isolant la partie défectueuse ;
- **Interrupteur sectionneur** : Ce composant va sectionner l'alimentation du courant en amont afin que l'installation ou un circuit soit hors tension ;
- **Disjoncteur industriel** : Ce composant va protéger les appareillages électriques contre la surintensité et permet de couper l'alimentation générale d'un tableau électrique. Les disjoncteurs sont de types :
 - ✓ **GV4L** : Un disjoncteur moteur Schneider pour la protection contre les courts-circuits ;
 - ✓ **GV4P** : Un disjoncteur moteur Schneider pour la protection contre les courts-circuits et les surcharges - Classe de déclenchement 10 et 20. Haut pouvoir de coupure jusqu'à 100 kA ;
 - ✓ **GV4PEM** : Un disjoncteur moteur Schneider pour la protection contre les courts-circuits et les surcharges avec réglages avancés et pré-alarme. Il dispose d'un module latéral SDX disponible en option pour l'alarme et la différenciation des défauts ;
 - ✓ **DT40 Vigi** : Un disjoncteur différentiel à déclencheur thermique-magnétique et de caractéristiques : 1P+N, 6kA, 16A, 30 mA, courbe C et de type AC.
- **Contacteur et relais électrique** : ces composants permettant de contrôler la marche et l'arrêt d'un moteur ou de circuit, tout en ayant la possibilité d'automatiser ;

- **Alimentation et transformateur :** on trouve deux types de transformateur d'alimentation :
 - ✓ Le transfo d'alimentation simple qui est l'équipement central de la partie commande sur les systèmes industriels et servira principalement à relayer des organes de puissance ;
 - ✓ L'alimentation CC qui sera destinée à des applications en relation avec de l'électronique : alimentation de passerelles et d'automates programmables etc...
- **Variateur de vitesse :** Ce composant contrôle un moteur asynchrone, il permet de faire varier la fréquence et donc la vitesse d'un moteur. Ils sont de type Altivar Machine ATV340. Ce sont des variateurs de vitesse haute performance pour moteurs asynchrones et synchrones de 0,75 à 75 kW triphasés ;
- **Interface PROFINET :** PROFINET est l'évolution de PROFIBUS et ajoute à cette norme de bus de terrain de nouvelles applications utiles basées sur Ethernet industriel ;
- **Module AC140x-PN V1.1 et V3.0 :** Une passerelle AS-i/Profinet V1.1et/ou V3.0 avec un (AC1401) ou deux (AC1402) maîtres AS-i et écran couleur ; cartographie compacte. Ce sont des convertisseur PROFINET Esclave / Ethernet et il permet de connecter un réseau PROFINET Maître à un réseau Ethernet (par exemple un PC, Système de Supervision, compteur, des commutateurs, etc.) afin d'échanger les informations entre les réseaux.

7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mené une étude approfondie sur le mode de fonctionnement de la station ainsi que les composants qui la constituent et leurs caractéristiques techniques, ce qui facilitera la tâche pour la rédaction d'un cahier de charge du système existant.

En effet, pour comprendre plus précisément le fonctionnement automatique du processus, la modélisation de ce cycle s'avère nécessaire, ce qui fera l'objet du chapitre prochain où nous procéderons à la modélisation du cahier des charges à l'aide de l'outil Grafcet.

**CHAPITRE III : Cahiers des charges
et Grafquets de la station CIP**

1. Introduction

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée afin d'élaborer divers cahiers des charges, de point de vue technologique et fonctionnel, du système considéré.

Afin de modéliser notre système industriel, nous avons choisi d'utiliser l'outil Grafket qui permet de modéliser parfaitement notre système en tenant compte des contraintes physique et logique de son fonctionnement d'une part, et d'autre part la satisfaction des différents cahiers des charges élaborés.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents cahiers des charges élaborés pour notre système, ainsi que les divers grafkets qui illustrent le fonctionnement de notre système.

2. Objectif de notre travail

La station de Nettoyage En Place (NEP) concernée par notre étude est celle qui permet le nettoyage des équipements rentrant dans la production des jus en bouteilles de verre et de PET au sein de l'unité COJEK d'El Kseur. Cette dernière dispose d'une capacité de production de 20000 à 32000 bouteilles/heure.

Le système NEP exerce une fonction totalement indépendante du procédé de production. Il assure le nettoyage de tous circuits et équipements rentrants dans la production sans avoir recours au lavage manuel ou démontage des équipements, et il a lieu tout de suite après la production afin d'éviter la formation de produits de dégradation et de contamination pendant le fonctionnement des machines, et aussi pour garantir le respect des normes d'hygiène propres aux industries de boissons. Cependant, le processus de nettoyage NEP devrait être directement intégré dans la conception et la mise en place des différents éléments du système automatisé de production SAP.

L'objectif principal de notre travail est de développer un programme d'automatisation de la station CIP qui servira de base et de support pour tout système de ce type. Grâce à ce processus automatisé, les avantages professionnels de ce système CIP sont nombreux :

- Réduit la consommation d'eau, de détergents et désinfectants,
- Gère l'intégralité des fonctions de nettoyage et de décontamination (la température, la durée et l'utilisation des produits nettoyants sont réglées automatiquement),
- Produit et solution de nettoyage ne se mélangent pas (spécialement pour le recyclage des lessives dans des « cuves de stockage »),

- Réduit les coûts d'exploitation : nettoyage, maintenance, énergie, eaux usées,
- Permet une intervention tout de suite après la production,
- Evite les pertes de chaleur,
- Réduit la consommation d'eau,
- Produit peu de déchets,
- Assure une efficacité maximale du nettoyage,
- Garantit un risque minimal pour les opérateurs,
- Réduit le risque microbien,
- Garantit le respect des normes d'hygiène les plus strictes,
- Assure des temps de mise en place plus rapides,
- Améliore les capacités de production.

3. Outil de programmation Grafquet

3.1 Définition

L'acronyme GRAFCET désigne (Graphe Fonctionnel de Commandes Etapes et Transitions), introduit en 1977, par l'AFCEC (Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique). C'est un langage de spécification graphique utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) qui sert à décrire, étudier, réaliser et exploiter à partir d'un cahier des charges les différents comportements de l'évolution des automatismes industriels séquentiels. Il est à la fois simple à utiliser et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser [7].

3.2 Concepts de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET est un graphe cyclique composé d'une succession alternée d'étapes auxquelles sont associées des actions, et de transitions auxquelles sont associées des réceptivités qui sont des conditions logiques qui doivent être remplies pour que la transition puisse être franchie. Des liaisons orientées relient soit les étapes aux transitions, soit les transitions aux étapes [8].

La figure suivante montre les éléments de base d'un GRAFCET :

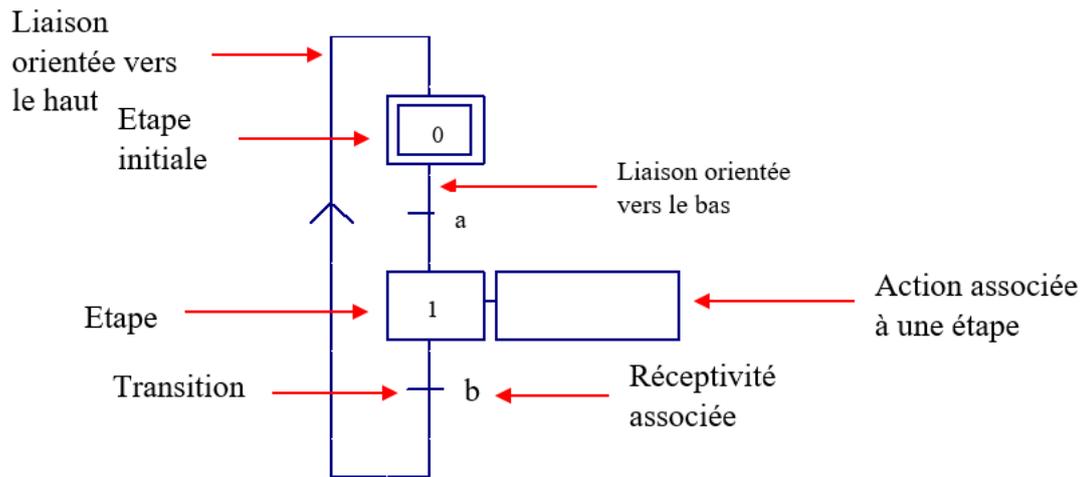


Figure 15 : Éléments de base d'un GRAFCET

4. Le logiciel Automgen

4.1 Présentation

Automgen est un outil de simulation et d'implantation de Grafjet sur automate. Pour ce type de logiciel on doit donc prendre en compte l'automate qui sera utilisé par la suite.

4.2 Lancement du logiciel

Double cliquer sur l'icône  situé sur le bureau de Windows. La fenêtre du projet s'ouvre et, le projet permet de regrouper l'ensemble des éléments. On y retrouve les barres d'outils en haut, le navigateur à gauche, l'espace de travail à droite et les fenêtres de message en bas.

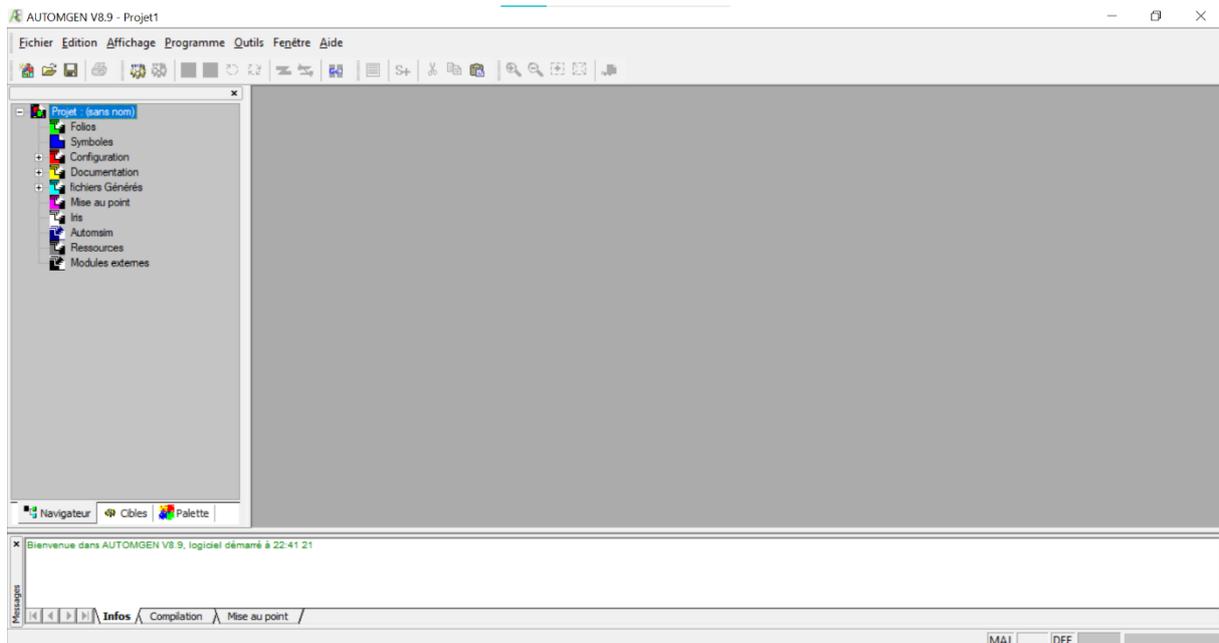


Figure 16 : Vue sur ouverture de la fenêtre du projet

Le navigateur est l'élément central de la gestion des applications. Il permet un accès rapide aux différents éléments d'une application ; folios, symboles, ..., etc. Les actions sur le navigateur sont réalisées en double cliquant sur les éléments ou en cliquant avec le bouton droit pour modifier les propriétés. Les deux principaux éléments que vous aurez à utiliser sont les folios, et les symboles.



Figure 17 : Éléments du navigateur

4.3 Création d'un nouveau projet

Cliquer droit sur folios et sélectionner « ajouter un Nouveau folio », voir figure ci-dessous :

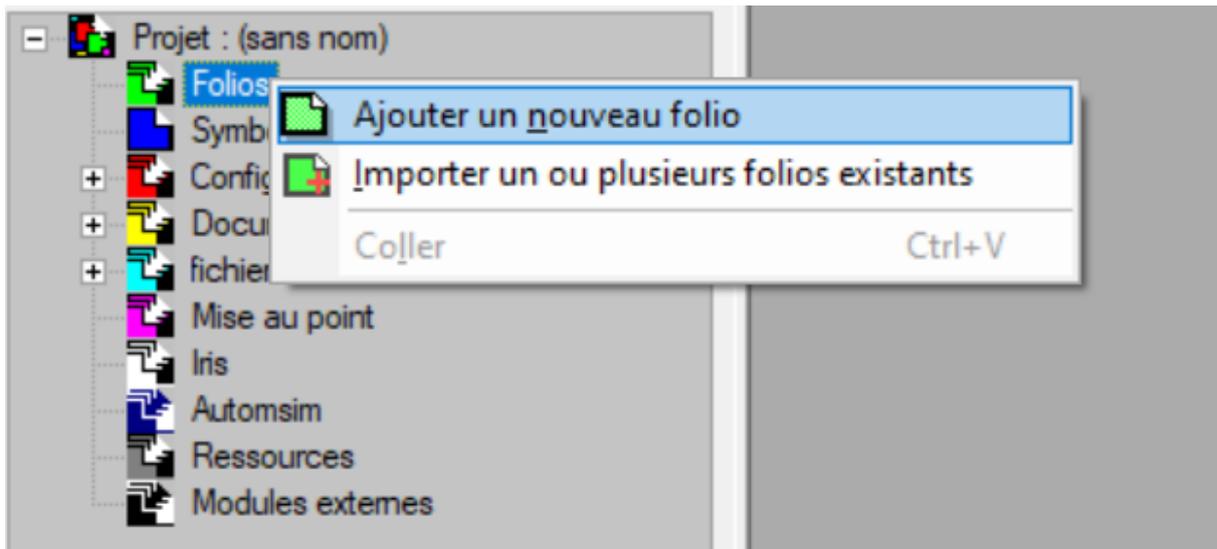


Figure 18 : fenêtre de création d'un projet sur Automgen

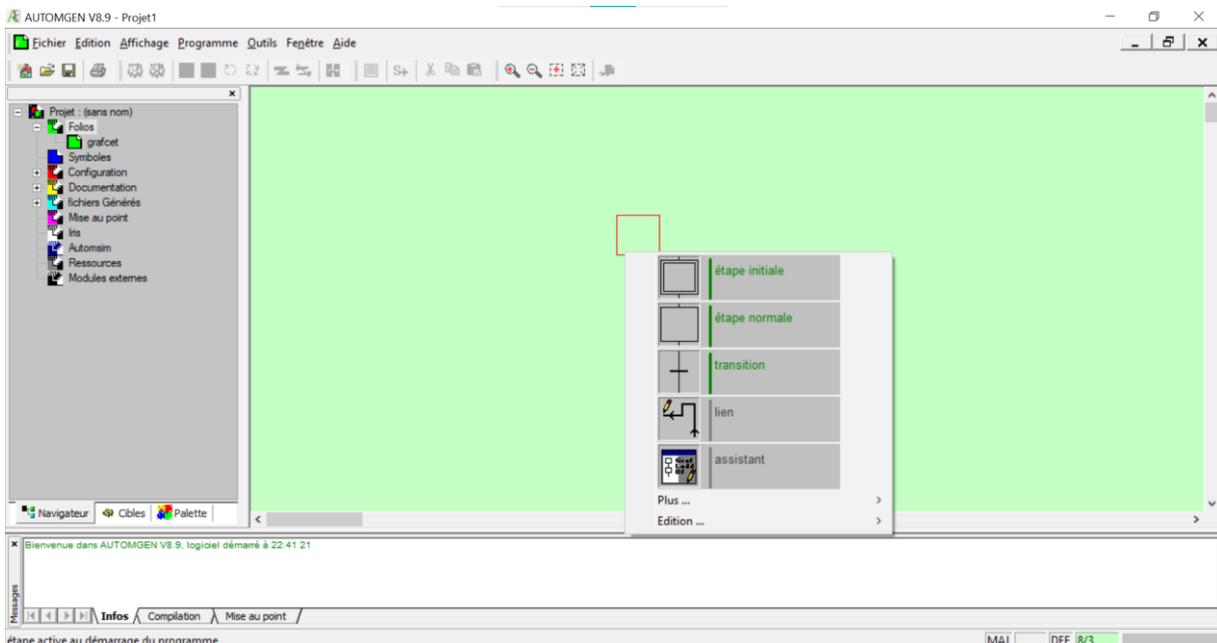


Figure 19 : Interface de programmation avec Grafjet sur Automgen

5. Cahiers des charges et différents Grafjets de la station NEP

L'opération NEP se déroule essentiellement en deux parties :

- Préparation de la recette,
- L'envoi de la recette.

Ci-dessous et afin de simplifier le processus d'élaboration de l'ensemble des cahiers des charges et des différents grafjets de notre station, nous utiliserons un ensemble d'abréviations et de termes décrits ci-dessous :

Vannes :

- V1, V10 : vannes de remplissage et de vidange de la cuve contenant l'eau neuve
- V2, V20 : vannes de remplissage et de vidange de la cuve contenant l'eau récupérée
- V3, V 30 : vannes de remplissage et de vidange de la cuve contenant de la soude
- V4, V40 : vannes de remplissage et de vidange de la cuve contenant de l'acide
- V5, V50 : vannes de remplissage et de vidange de la cuve contenant du désinfectant
- Veg : vanne de mise à l'égout
- Vv : vanne vapeur
- Vair : vanne air
- Vr : ligne retour aux cuves
- Vnep : vanne ligne envoi NEP
- Vrnep : vanne ligne retour NEP
- Vec : vanne entrée NEP dans la cuve
- Vsc : vanne retour NEP de la cuve

Capteurs :

- Ner : capteur de niveau de la cuve de l'eau récupérée
- Nen : capteur de niveau de la cuve de l'eau neuve
- Ns : capteur de niveau de la cuve de soude
- Na : capteur de niveau de la cuve d'acide
- Nd : capteur de niveau de la cuve de désinfectant
- Nc : capteur niveau cuve à nettoyer
- Ter : Capteur de température de la cuve de l'eau récupérée
- Ten : Capteur de température de la cuve de l'eau neuve
- Ts : Capteur de température de la cuve de soude
- Ta : Capteur de température de la cuve d'acide
- Td : Capteur de température de la cuve de désinfectant
- Cnep : conductimètre

Pompes :

- Ps : pompe doseuse de la solution soude
- Pa : pompe doseuse de la solution acide
- Pd : pompe doseuse de la solution désinfectante

- Pnep : pompe d'envoi du NEP
- Prnep : pompe retour NEP de la cuve

Tableau 6 : Liste des abréviations d'éléments utilisés sur Automgen

Abréviations	Commentaire
Nerh	Niveau eau récupérée 80%
Nerb	Niveau eau récupérée 20%
Nenh	Niveau eau neuve 90%
Nenb	Niveau eau neuve 20%
Nsh	Niveau cuve soude 60%
Nsb	Niveau cuve soude 20%
Nah	Niveau cuve acide 60%
Nab	Niveau cuve acide 20%
Ndh	Niveau cuve désinfectant 60%
Ndb	Niveau cuve désinfectant 20%
Nch	Niveau tanck à nettoyer 10%
Ncb	Niveau cuve tanck à nettoyer 0%
Terh	Température eau récupérée atteinte (65°C)
Terb	Température eau récupérée non atteinte
Tsh	Température soude atteinte (85°C)
Tsb	Température soude non atteinte
Tah	Température acide atteinte (60°C)
Tab	Température acide non atteinte
Csh	Concentration soude à 92mS/cm
Csb	Concentration soude <10mS/cm
Cah	Concentration acide à 27mS/cm
Cab	Concentration acide <8mS/cm
Cdh	Concentration désinfectant à 2mS/cm
Cdb	Concentration désinfectant < 0.5mS/cm
V1	Vanne 1
V10	Vanne 10
V2	Vanne 2
V20	Vanne 20
V3	Vanne 3
V30	Vanne 30
V4	Vanne 4
V40	Vanne 40
V5	Vanne 5
V50	Vanne 50
Vce	Vanne entrée cuve
Vcs	Vanne sortie cuve
Vnep	Vanne envoi NEP
Vr	Vanne retour
Vv	Vanne vapeur
Vair	Vanne air
Veg	Vanne égout
Vrnep	Vanne retour NEP

Pnep	Pompe envoie NEP
Prnep	Pompe retour NEP
Ps	Pompe doseuse soude
Pa	Pompe doseuse acide
Pd	Pompe doseuse désinfectant
DPEr	Départ préparation cuve eau récupérée
DPS	Départ préparation soude
DPA	Départ préparation acide
DPD	Départ préparation désinfectant
DCN	Départ cycle nettoyage
FCN	Fin cycle nettoyage
DCP	Début cycle pré lavage
FCP	Fin cycle pré lavage
DCS	Début cycle lavage avec soude
FCS	Fin cycle lavage avec soude
DCA	Début cycle lavage avec acide
FCA	Fin cycle lavage avec acide
DCD	Début cycle désinfection
FCD	Fin cycle désinfection
DCR	Début cycle rinçage
FCR	Fin cycle rinçage

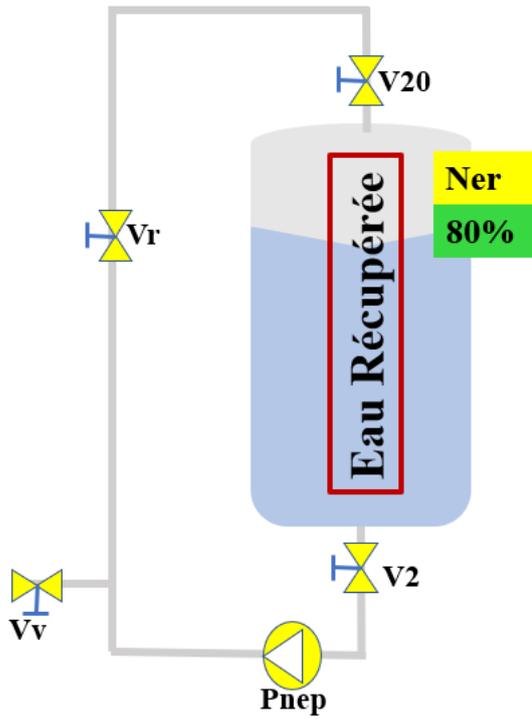
5.1 Préparation de la recette

Le choix de la recette se fait selon l'exigence du laboratoire, dans notre cas on utilise trois types de recette, la 1ere c'est la soude chaude qui se prépare à base de l'eau et de la soude, la 2eme est la recette acide qui se prépare à base de l'eau et d'acide et finalement la recette désinfectante préparée à base de désinfectant et de l'eau.

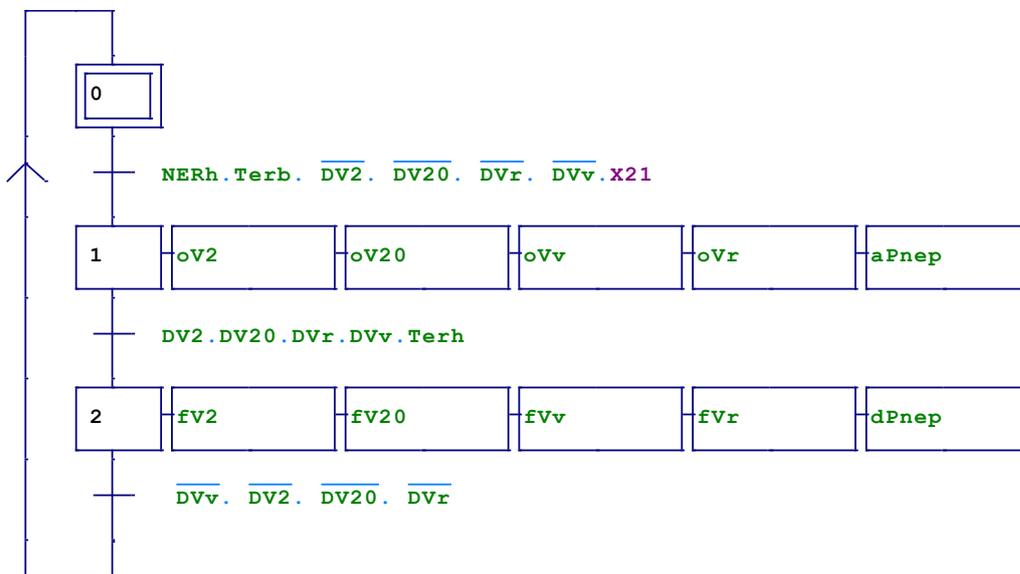
5.1.1 Préparation de la cuve de l'eau récupérée

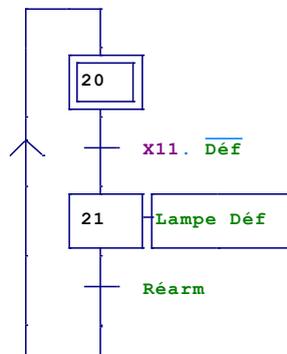
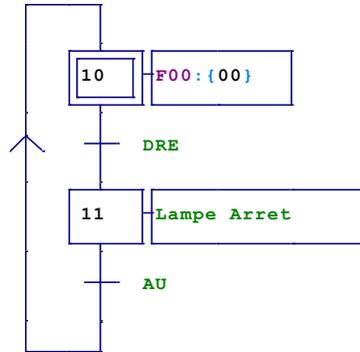
5.1.1.1 Cahier des charges de la préparation de la cuve de l'eau récupérée

- - Détection du niveau de la cuve de l'eau récupérée à l'aide du capteur de niveau analogique Ner à 80%,
- - Ouverture des vannes V2, V20, Vv et Vr,
- - activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - La sonde de température Ter relève la température de l'eau récupérée et commande la vanne de vapeur Vv,
- - Fermeture de toutes les vannes dès que le capteur Ter affiche une température de 65°C.



5.1.1.2 Grafjet de la préparation de la cuve de l'eau récupérée





5.1.1.3 Table des variables de la préparation de la cuve de l'eau récupérée

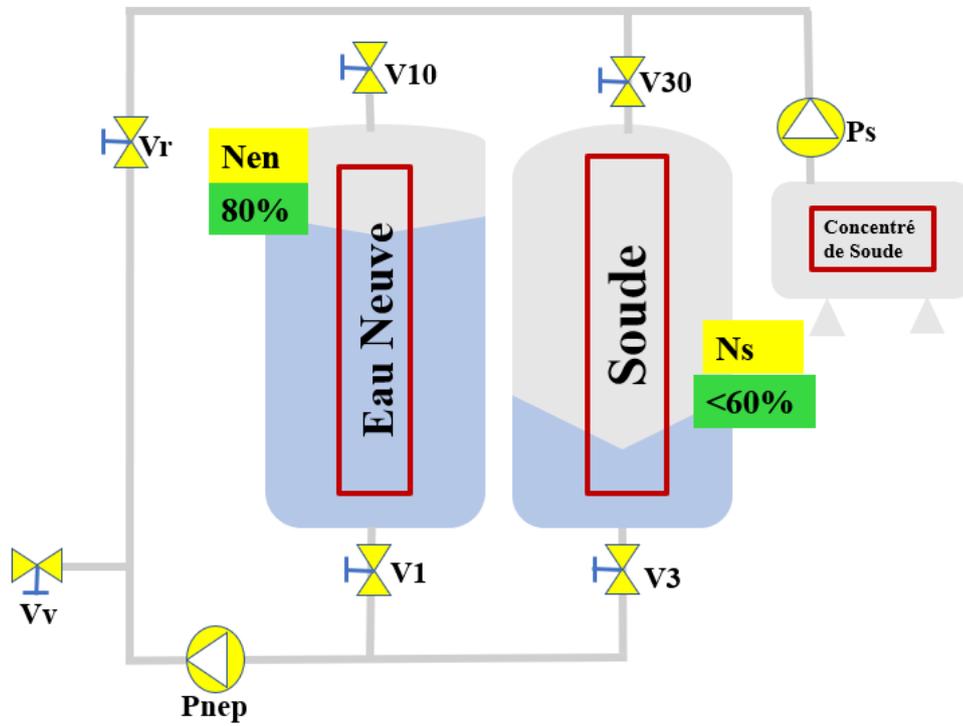
Symboles	Variables
nerh	i0
terb	i1
dv2	i2
dv20	i3
dvr	i4
dvv	i5
dre	i6
au	i7
terh	i8
déf	i9
réarm	i10
oV2	o0
oV20	o1
oVv	o2
oVr	o3
aPnep	o4
Lampe Arrêt	o5
fV2	o6
fV20	o7
fVv	o8
fVr	o9
dPnep	o10
Lampe Déf	o11

5.1.2 Préparation de la recette soude

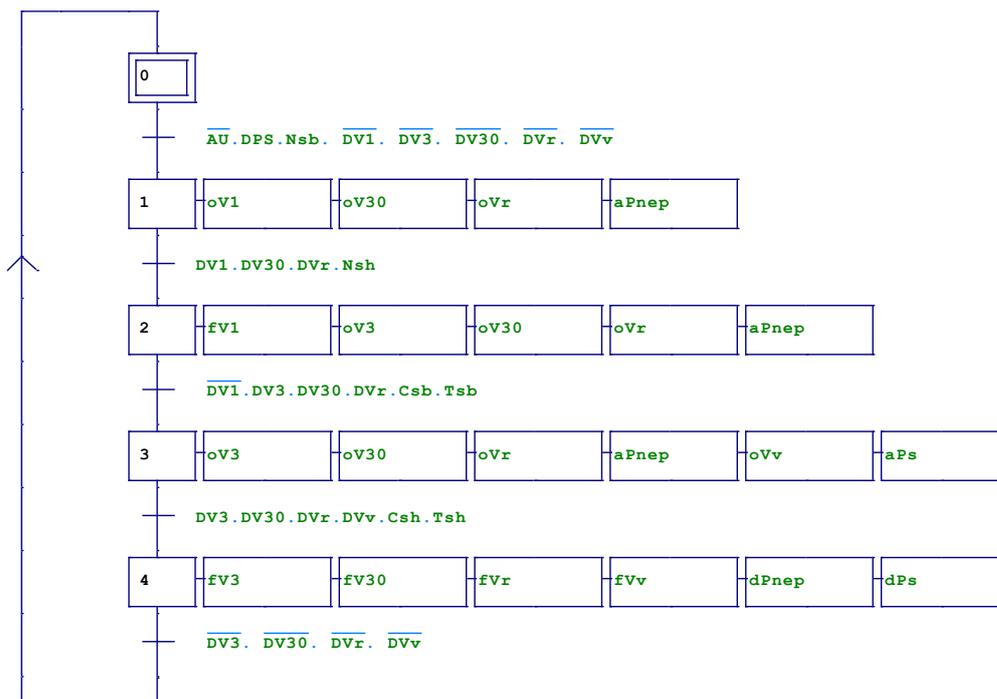
5.1.2.1 Cahier des charges de la préparation de la recette soude

- - Détection du niveau de la cuve de soude à l'aide du capteur de niveau analogique Ns à 10%,
- - Ouverture des vannes V1, V3, V30, Vv et Vr,
- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - Activation de la pompe doseuse d'acide Pa,
- - Lors du remplissage de la cuve avec l'eau, le capteur Ns relève le niveau et commande la vanne V1, si le niveau est à 60%, la vanne V1 se ferme,
- - Lors du recyclage de la solution, le Conductimètre (Cnep) relève la concentration de la solution et commande le doseur soude, si la concentration est à 92Ms/cm, la pompe doseuse Ps arrête,

- La sonde de température (Ts) relève la température de la solution et commande la vanne d'injection de vapeur (Vv), fermeture de cette dernière si le capteur Ts affiche une température de 85 °C,
- Fermeture de toutes les vannes.



5.1.2.2 Grafjet de préparation de la recette de soude



5.1.2.3 Tables des variables de préparation de la cuve de soude

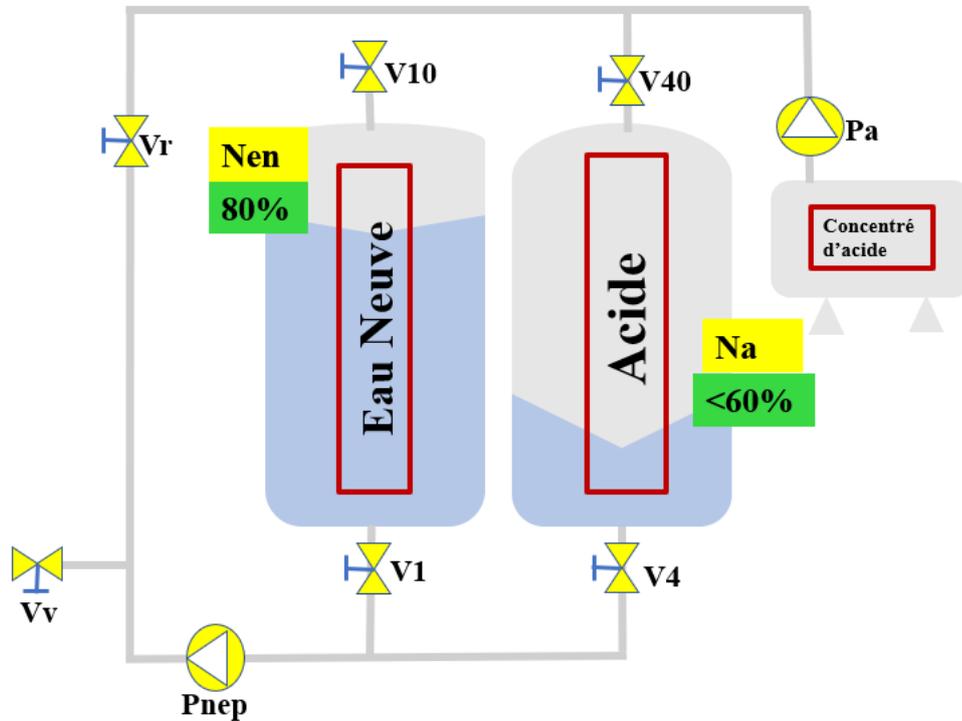
Symboles	Variables
au	i0
dps	o0
nsb	i1
dv1	i2
dv3	i3
dv30	i4
dvr	i5
dvv	i6
nsh	i7
csb	i8
tsb	i9
csb	i10
tsh	i11
oV1	o1
oV30	o2
oVr	o3
aPnep	o4
fV1	o5
oV3	o6
oVv	o7
aPs	o8
fV3	o9
fV30	o10
fVr	o11
fVv	o12
dPnep	o13

5.1.3 Préparation de la recette acide

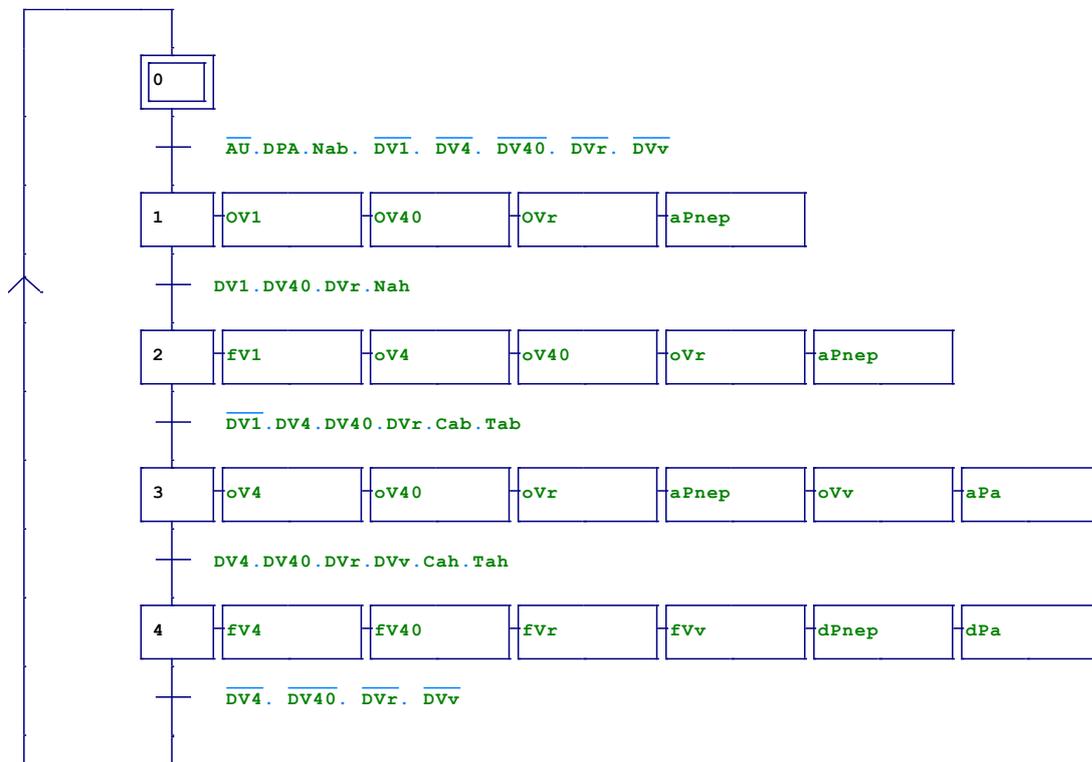
5.1.3.1 Cahier des charges préparation de la recette acide

- - Détection du niveau de la cuve d'acide à l'aide du capteur de niveau analogique Na à 10%,
- - Ouverture des vannes V1, V4, V40, Vv et Vr,
- -Activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - Activation de la pompe doseuse d'acide Pa,
- - Lors du remplissage de la cuve avec l'eau, le capteur Na relève le niveau et commande la vanne V1, si le niveau est à 60%, la vanne V1 se ferme,
- - Lors du recyclage de la solution, le Conductimètre (Cnep) relève la concentration de la solution et commande le doseur soude, si la concentration est à 27mS/cm, la pompe doseuse Pa arrête,

- - La sonde de température (Ta) relève la température de la solution et commande la vanne d'injection de vapeur (Vv), fermeture de cette dernière si le capteur Ta affiche une température de 60 °C,
- - Fermeture de toutes les vannes.



5.1.3.2 Graficet de préparation de la cuve d'acide



5.1.3.3 Table des variables de préparation de la cuve d'acide

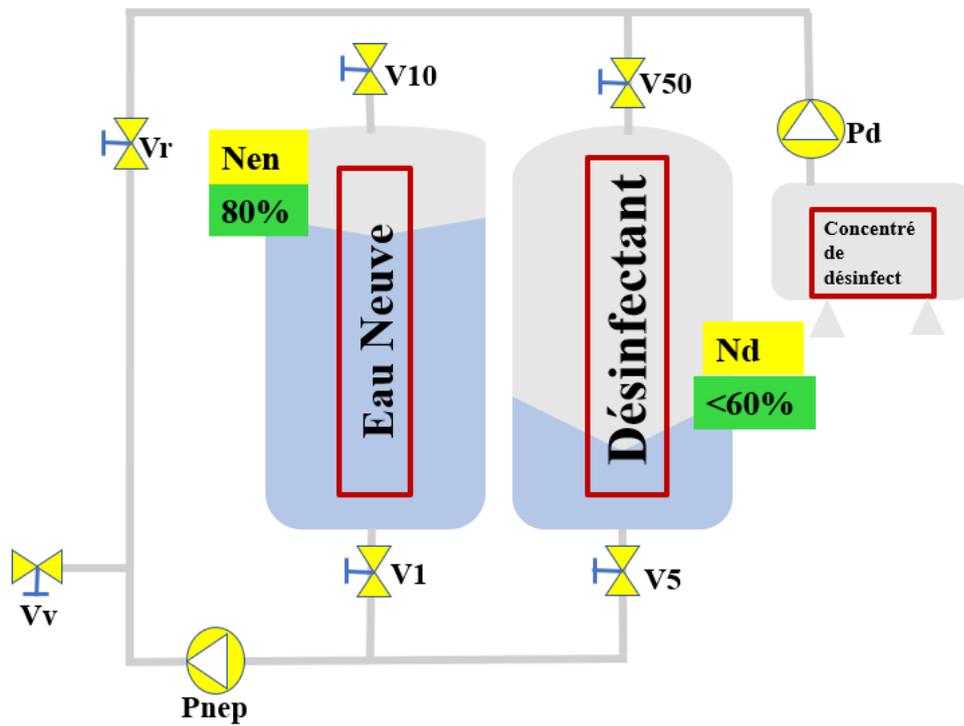
Symboles	Variables
au	i0
nab	i2
dv1	i3
dv4	i4
dv40	i5
dvr	i6
dvv	i7
nah	i8
cab	i9
tab	i10
cah	i11
tah	i12
OV1	o0
OV40	o1
OVr	o2
aPnep	o3
fV1	o4
oV4	o5
oVv	o6
aPa	o7
fV4	o8
fV40	o9
fVr	o10
fVv	o11
dPnep	o12
dpa	o13

5.1.4 Préparation de la recette désinfectante

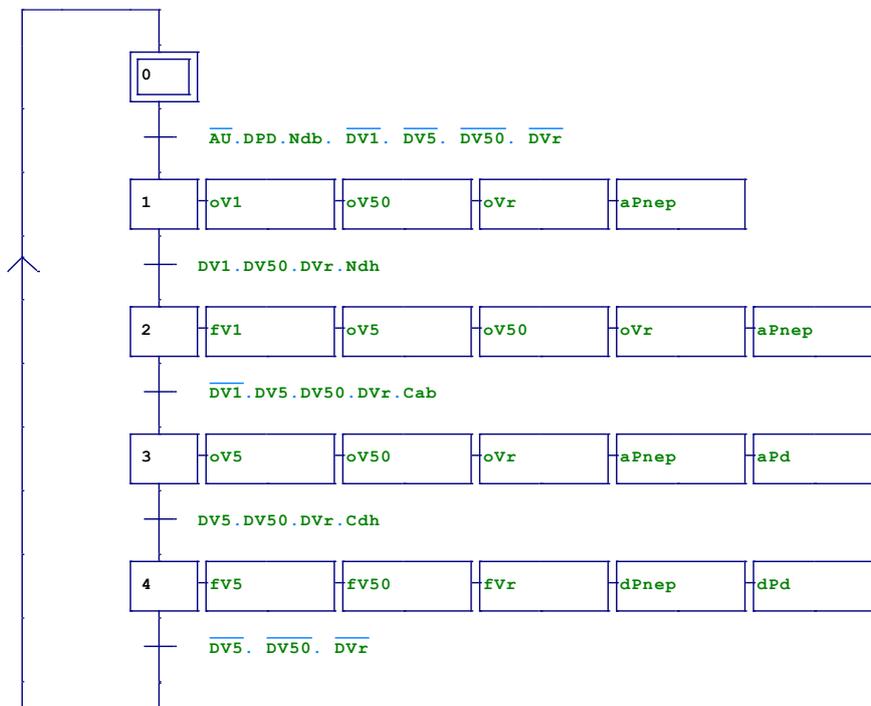
5.1.4.1 Cahier des charges préparation de la recette désinfectante

- - Détection du niveau de la cuve de soude à l'aide du capteur de niveau analogique Nd à 10%,
- - Ouverture des vannes V1, V5, V50 et Vr,
- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - Activation de la pompe doseuse De désinfectant Pd,
- - Lors du remplissage de la cuve avec l'eau, le capteur Nd relève le niveau et commande la vanne V1, si le niveau est à 60%, la vanne V1 se ferme,
- - Lors du recyclage de la solution, le Conductimètre (Cnep) relève la concentration de la solution et commande le doseur soude, si la concentration est à 2mS/cm, la pompe doseuse Pa arrête,

- Fermeture de toutes les vannes.



5.1.4.2 Grafjet de préparation de la cuve de désinfectant



5.1.4.3 Table des variables de préparation de la cuve de désinfectant

Symboles	Variables
au	i0
dpd	o0
ndb	i1
dv1	i2
dv5	i3
dv50	i4
dvr	i5
ndh	i6
cab	i7
cdh	i8
oV1	o1
oV50	o2
oVr	o3
aPnep	o4
fV1	o5
oV5	o6
aPd	o7
fV5	o8
fV50	o9
fVr	o10
dPnep	o11

5.2 L'envoi de la recette

Une fois les solutions sont préparées, l'opérateur sélectionne la zone du système disponible à nettoyer et actionne un bouton sur le pupitre de commande qui enclenchera le début de nettoyage.

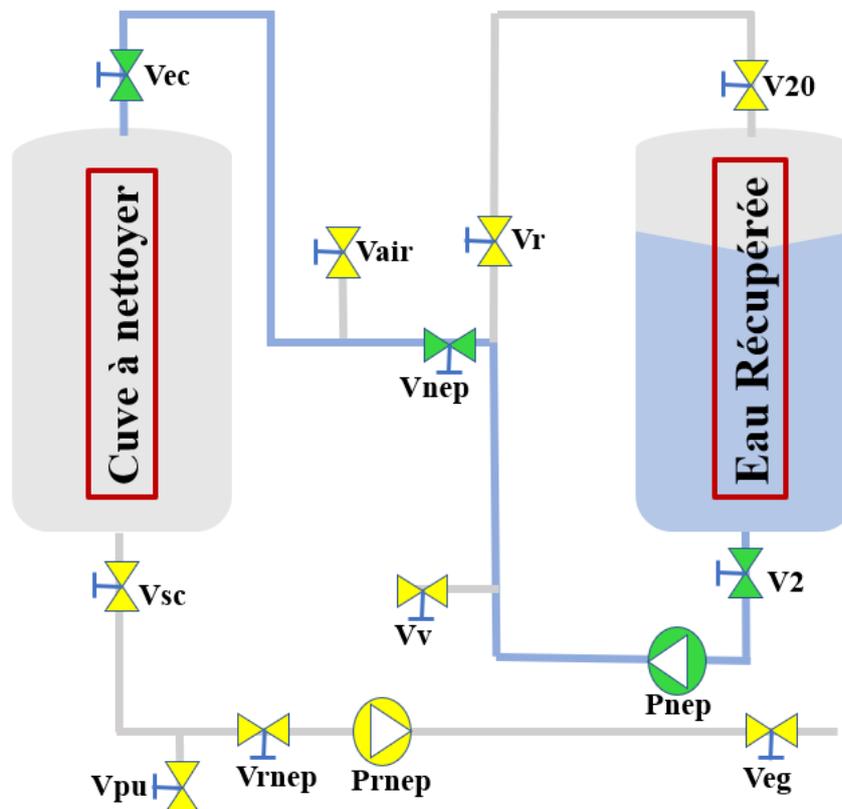
5.2.1 Prélavage avec l'eau récupérée chaude

5.2.1.1 Cahier des charges de prélavage avec l'eau récupérée chaude

- - Ouverture des vanne V2, Vce et Vnep,
- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - Détection de niveau du tanck à nettoyer par le capteur Nc à 10%,
- - Ouverture des vanne Vcr, Vrnep et Veg et activation de la pompe de retour Prc et mise de l'eau à l'égout de fur et à mesure du nettoyage,
- - Enclenchement d'une temporisation de prélavage t=5min,

- - Fermeture des vannes V2 et Vnep, arrêt de la pompe d'envoi Pnep et ouverture de la vanne Vair après l'écoulement du temps de pré-lavage,
- - Enclenchement d'une temporisation de pousse à l'air t=1min,
- - Fermeture de la vanne Vair après l'écoulement de la temporisation t=1min,
- - Enclenchement d'une temporisation d'attente retour t=1min,

- - Désactivation de la pompe de retour Prc et fermeture de toutes les vanne après l'écoulement de la temporisation d'attente retour,
- - Ouverture de la vanne de purge Vpu et enclenchement d'une température de purge tpu=1min,
- - Fermeture de la vanne Vpu après l'écoulement de la température de purge.



5.2.1.2 Graficet de prélavage avec l'eau récupérée chaude



5.2.1.3 Table des variables du pré lavage avec l'eau récupérée

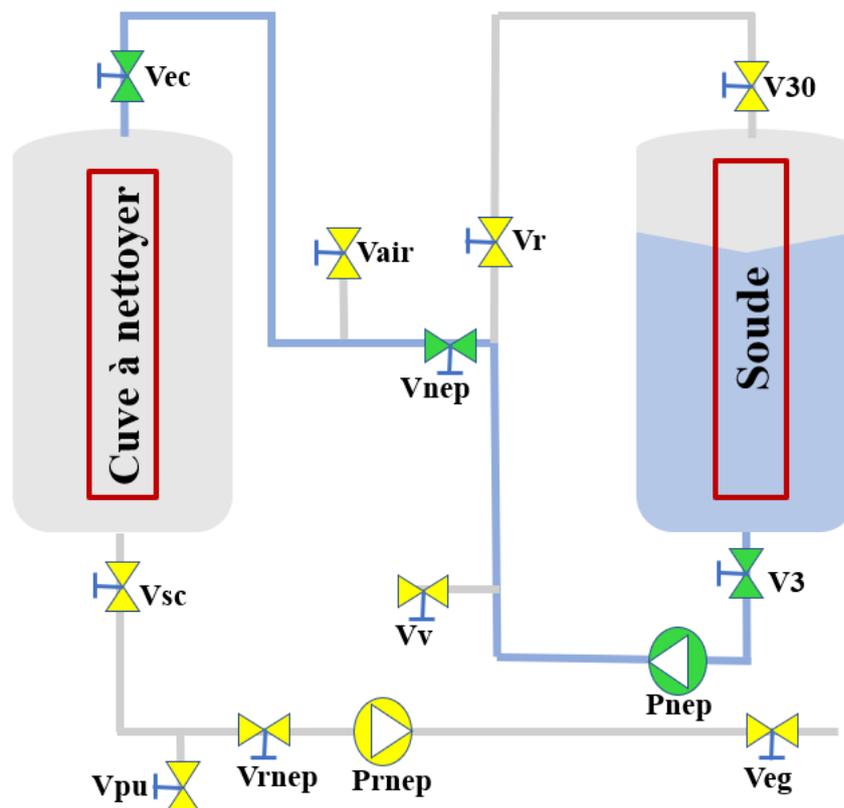
Symboles	Variables
au	i0
dcp	i1
nerh	i2
ncb	i3
dv2	i4
dvnep	i5
dvec	i6
dvsc	i7
dveq	i8
dvair	i9
dvmeq	i10
dvpv	i11
fcv	i12
nch	i13
oV2	o0
oVnep	o1
oVvec	o2
aPnep	o3
oVmeq	o4
oVsc	o5
aPmeq	o6
oVeq	o7
Démarrage du pré lavage	o8
fV2	o9
fVnep	o10
dPnep	o11
oVair	o12
Pousse à l'air	o13
fVair	o14
Attente Retour	o15
fVSC	o16
fVmeq	o17
fVeq	o18
dPmeq	o19
oVpv	o20

5.2.2 Lavage avec la solution soude

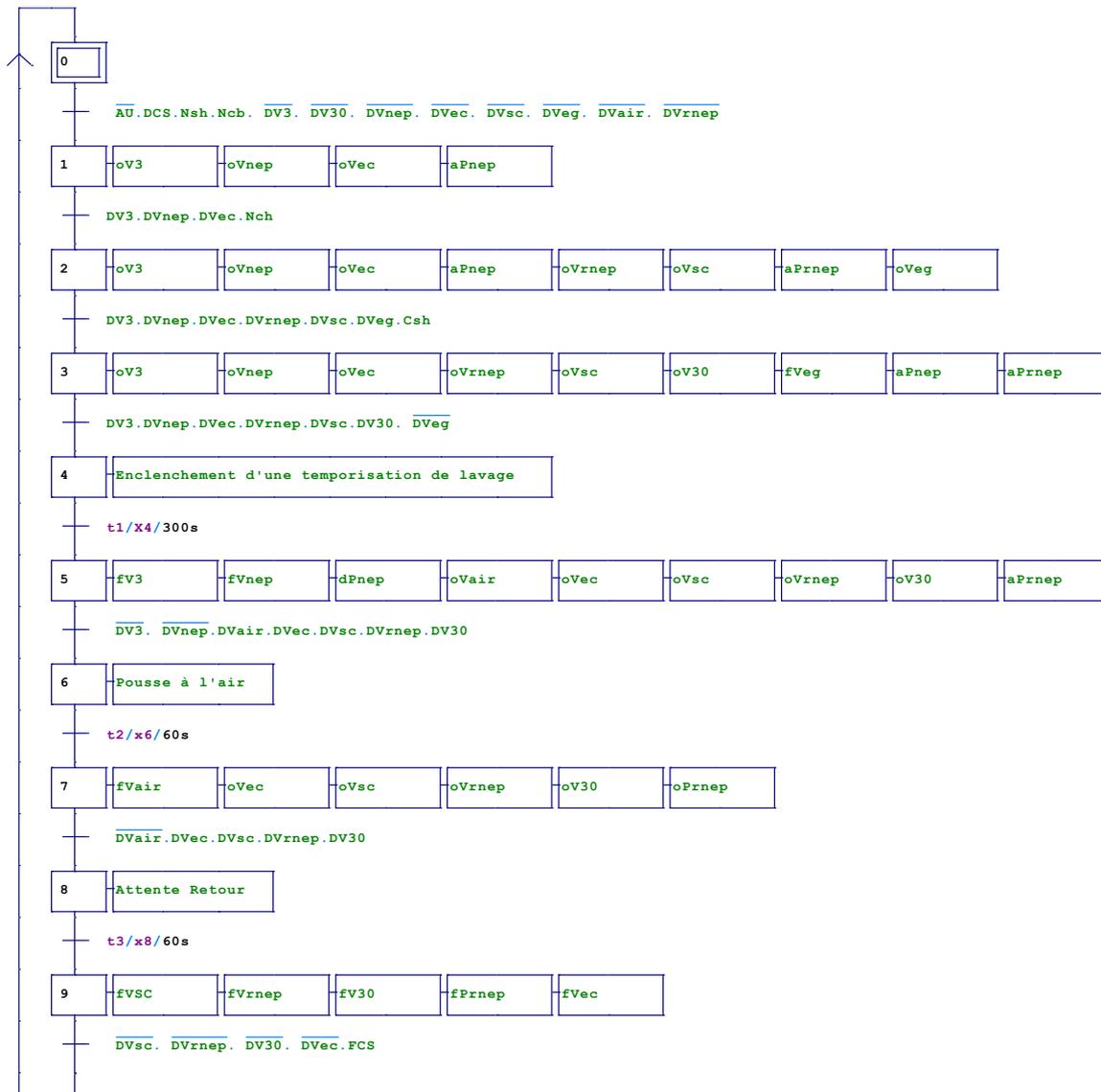
5.2.2.1 Cahier des charges de lavage avec la solution soude

- - Ouverture des vanne V3, Vce et Vnep,
- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,

- - Détection de niveau du tank à nettoyer par le capteur Nc à 10%,
- - Ouverture des vanne Vcr, Vrnep et activation de la pompe de retour Pcr,
- - Enclenchement d'une temporisation de pré-lavage t=15min,
- - Si le conductivimètre Cnep indique une concentration inférieure à (10mS/cm) la solution est évacuée à l'égout en ouvrant la vanne d'évacuation Veg, la vanne V30 est maintenue fermée et s'il indique une concentration supérieure ou égale à (10mS/cm), la solution est récupérée dans la cuve soudee en ouvrant la vanne de remplissage V30 et en fermant la vanne Veg,
- - Fermeture des vannes V3 et Vnep, arrêt de la pompe d'envoi Pnep et ouverture de la vanne Vair après l'écoulement du temps de lavage,
- - Enclenchement d'une temporisation de pousse à l'air t=1min,
- - Fermeture de la vanne Vair après l'écoulement de la temporisation t=1min,
- - Enclenchement d'une temporisation d'attente retour t=1min.
- - Désactivation de la pompe de retour Prc et fermeture de toutes les vanne après l'écoulement de la temporisation d'attente retour.



5.2.2.2 Graficet de lavage avec la solution soude



5.2.2.3 Table des variables du lavage avec la solution soude

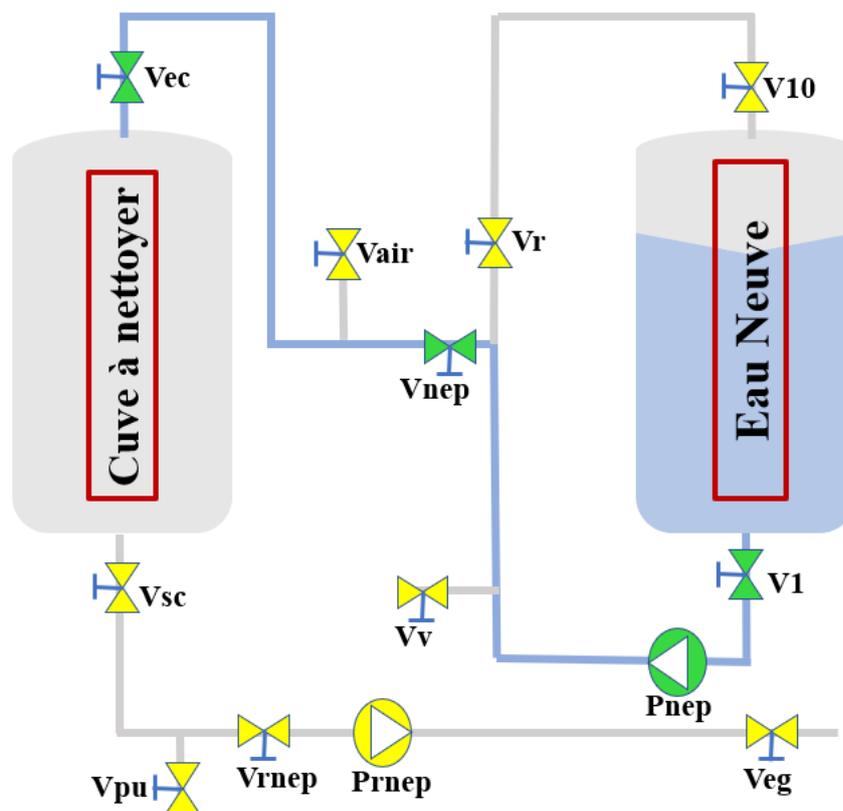
Symboles	Variables
au	i0
dcs	i1
nsh	i2
ncb	i3
dv3	i4
dv30	i5
dvnep	i6
dvec	i7
dvsc	i8
dveg	i9
dvair	i10
dvmep	i11
fcs	i12
nch	i13
csch	i14
oV3	o0
oVnep	o1
oVec	o2
aPnep	o3
oVmep	o4
oVsc	o5
oVeq	o7
oV30	o8
fVeq	o9
Enclenchement d'une temporisation de lavage	o10
fV3	o11
fVnep	o12
dPnep	o13
oVair	o14
Pousse à l'air	o15
fVair	o16
oPmep	o17
Attente Retour	o18
fVSC	o19
fVmep	o20

5.2.3 Rinçage à l'eau neuve

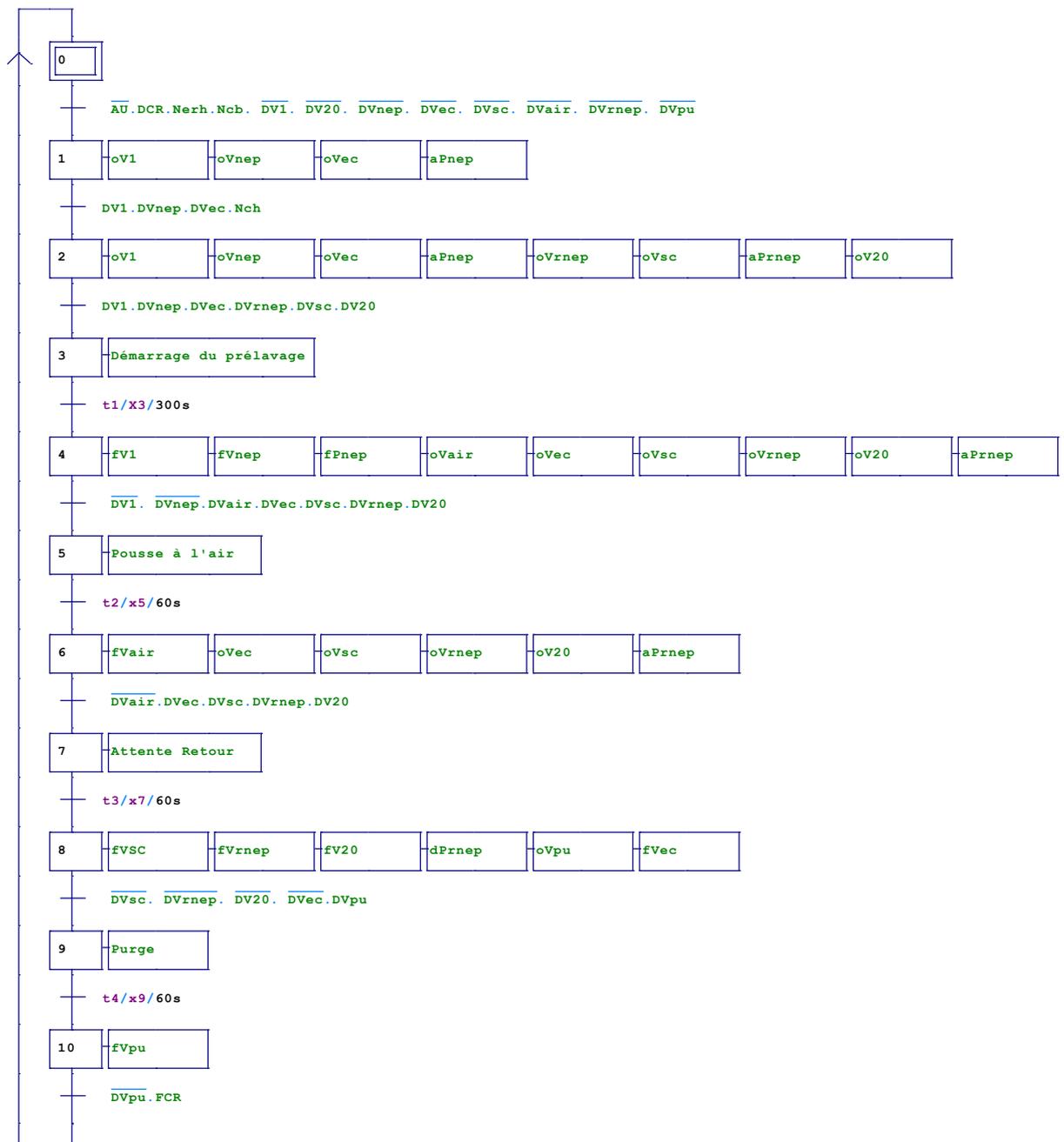
5.2.3.1 Cahier des charges de rinçage à l'eau neuve

- - Ouverture des vanne V1, Vce et Vnep,

- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - Détection de niveau du tanck à nettoyer par le capteur Nc à 10%,
- - Ouverture des vanne Vcr, Vrnep et activation de la pompe de retour Pcr,
- - Enclenchement d'une temporisation de rinçage $t=5\text{min}$,
- - Si le capteur de niveau de la cuve d'eau récupérée indique un niveau supérieur à (80%) l'eau est évacuée à l'égout en ouvrant la vanne d'évacuation Veg, s'il indique un niveau inférieur ou égale à (10%), l'eau est récupérée dans la cuve eau récupérée en ouvrant la vanne de remplissage V20 et en fermant la vanne Veg,
- - Fermeture des vannes V1 et Vnep, arrêt de la pompe d'envoi Pnep et ouverture de la vanne Vair après l'écoulement du temps de rinçage,
- -Enclenchement d'une temporisation de pousse à l'air $t=1\text{min}$,
- - Fermeture de la vanne Vair après l'écoulement de la temporisation $t=1\text{min}$,
- - Enclenchement d'une temporisation d'attente retour $t=1\text{min}$,
- - Désactivation de la pompe de retour Prc et fermeture de toutes les vanne après l'écoulement de la temporisation d'attente retour,
- - Ouverture de la vanne de purge Vpu et enclenchement d'une température de purge $t_{pu}=1\text{min}$,
- - Fermeture de la vanne Vpu après l'écoulement de la température de purge.



5.2.3.2 Graficet de rinçage à l'eau neuve



5.2.3.3 Table des variables de rinçage à l'eau neuve

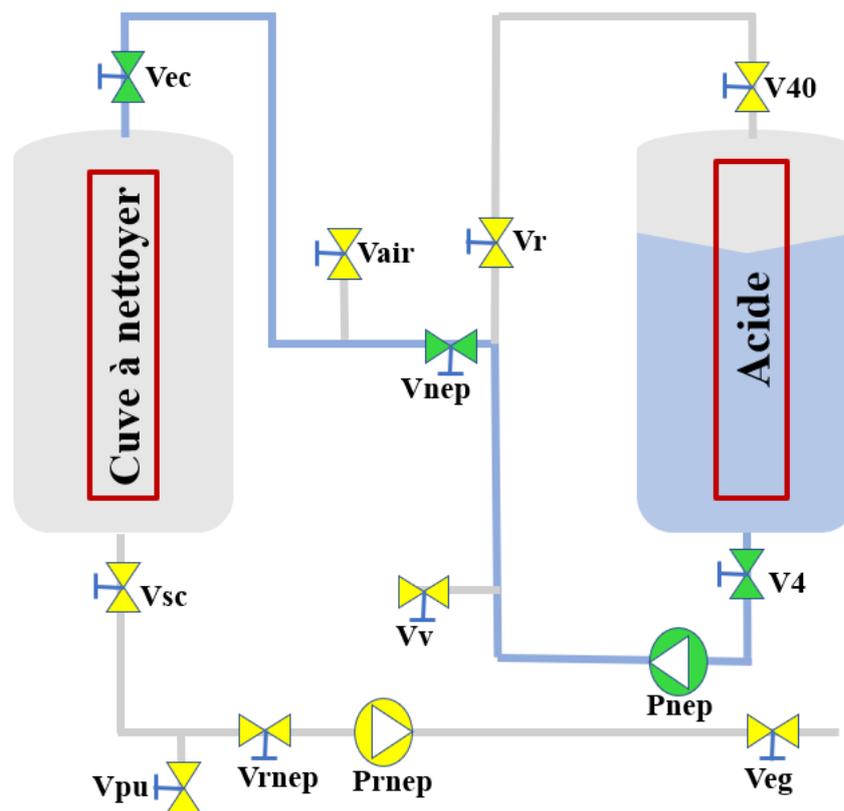
Symboles	Variables
au	i0
dcr	i1
nerh	i2
ncb	i3
dv1	i4
dv20	i5
dvnep	i6
dvec	i7
dvsc	i8
dvair	i9
dvmeq	i10
dvpu	i11
fcr	i12
nch	i13
oV1	o0
oVnep	o1
oVvec	o2
aPnep	o3
oVmeq	o4
oVsc	o5
aPmeq	o6
oV20	o7
Démarrage du prélavage	o8
fV1	o9
fVnep	o10
fPnep	o11
oVair	o12
Pousse à l'air	o13
fVair	o14
Attente Retour	o15
fVSC	o16
fVmeq	o17
fV20	o18
dPmeq	o19
oVpu	o20

5.2.4 Lavage avec la solution acide

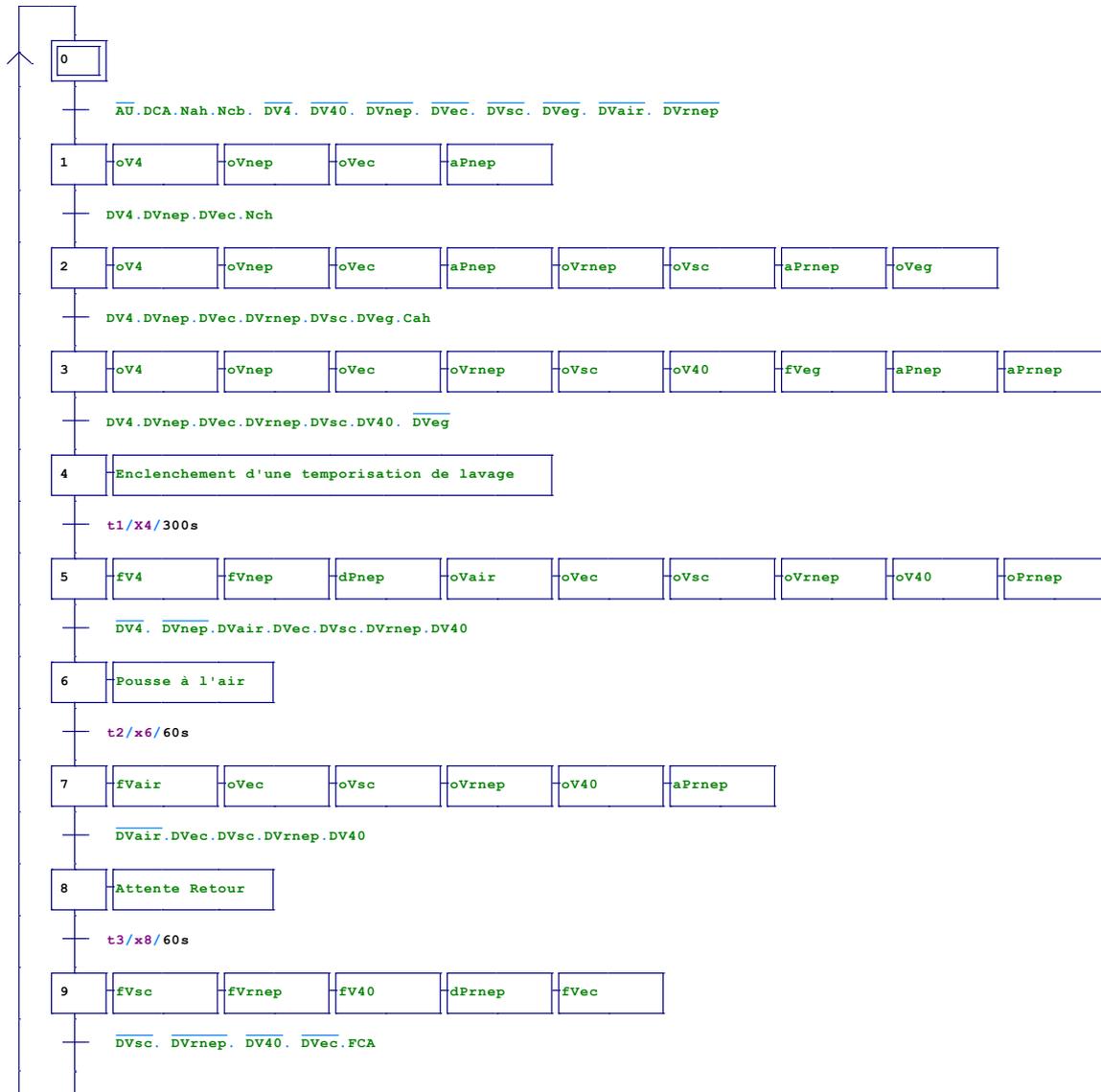
5.2.4.1 Cahier des charges de la solution acide

- - Ouverture des vanne V4, Vce et Vnep,
- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,

- - Détection de niveau du tank à nettoyer par le capteur Nc à 10%,
- - Ouverture des vanne Vcr, Vrnep et activation de la pompe de retour Pcr,
- - Enclenchement d'une temporisation de pré-lavage t=15min,
- - Si le conductivimètre Cnep indique une concentration inférieure à (8mS/cm) la solution est évacuée à l'égout en ouvrant la vanne d'évacuation Veg, la vanne V40 est maintenue fermée et s'il indique une concentration supérieure ou égale à (8mS/cm), la solution est récupérée dans la cuve soudee en ouvrant la vanne de remplissage V40 et en fermant la vanne Veg,
- - Fermeture des vannes V4 et Vnep, arrêt de la pompe d'envoi Pnep et ouverture de la vanne Vair après l'écoulement du temps de lavage,
- - Enclenchement d'une temporisation de pousse à l'air t=1min,
- - Fermeture de la vanne Vair après l'écoulement de la temporisation t=1min,
- - Enclenchement d'une temporisation d'attente retour t=1min,
- - Désactivation de la pompe de retour Prc et fermeture de toutes les vanne après l'écoulement de la temporisation d'attente retour.



5.2.4.2 Graficet de lavage avec la solution acide



5.2.4.3 Table des variables de lavage avec la solution acide

Symboles	Variables
au	i0
dca	i1
nah	i2
ncb	i3
dv4	i4
dv40	i5
dvnep	i6
dvec	i7
dvsc	i8
dveq	i9
dvair	i10
dvmep	i11
fca	i12
nch	i13
cah	i14
oV4	o0
oVnep	o1
oVec	o2
aPnep	o3
oVmep	o4
oVsc	o5
aPmep	o6
oVeq	o7
oV40	o8
fVeq	o9
Enclenchement d'une temporisation de lavage	o10
fV4	o11
fVnep	o12
dPnep	o13
oVair	o14
oPmep	o15
Pousse à l'air	o16
fVair	o17
Attente Retour	o18
fVsc	o19

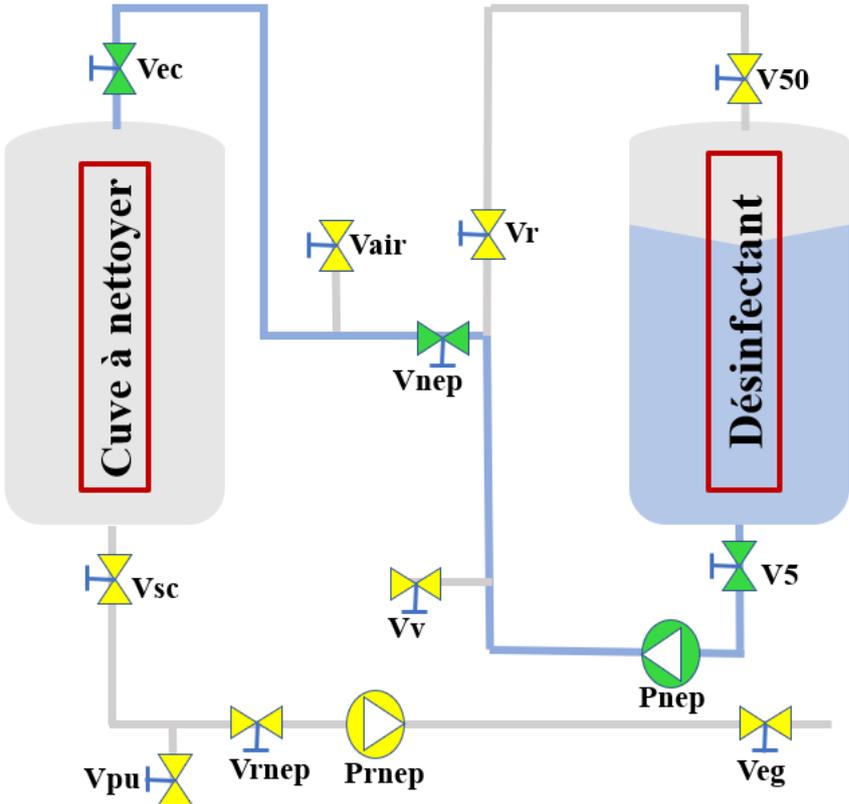
5.2.5 Rinçage à l'eau neuve

Cette étape de CIP est similaire à la phase 3.

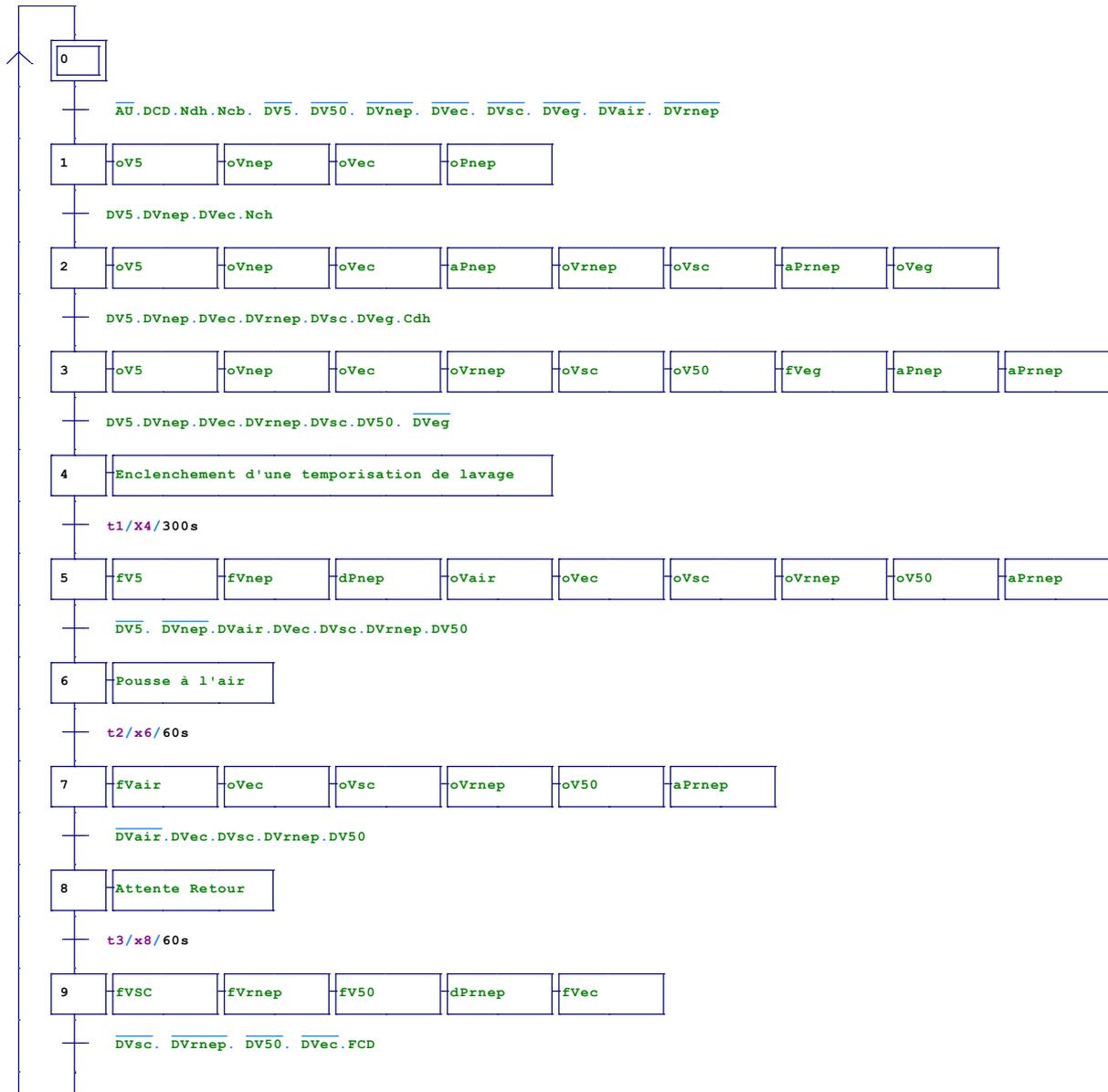
5.2.6 Lavage avec la solution désinfectant

5.2.6.1 Cahier des charges de lavage avec la solution désinfectant

- - Ouverture des vanne V5, Vce et Vnep,
- - Activation de la pompe d'envoi Pnep,
- - Détection de niveau du tanck à nettoyer par le capteur Nc à 10% ,
- - Ouverture des vanne Vcr, Vrnep et activation de la pompe de retour Pcr,
- - Enclenchement d'une temporisation de prélavage $t=15\text{min}$,
- - Si le conductivimètre Cnep indique une concentration inferieure à (0.5mS/cm) la solution est évacuée à l'égout en ouvrant la vanne d'évacuation Veg , la vanne V50 est maintenue fermée et s'il indique une concentration supérieure ou égale à (0.5mS/cm) , la solution est récupérée dans la cuve soude en ouvrant la vanne de remplissage V50 et en fermant la vanne Veg,
- - Fermeture des vannes V5 et Vnep, arrêt de la pompe d'envoi Pnep et ouverture de la vanne Vair après l'écoulement du temps de lavage,
- - Enclenchement d'une temporisation de pousse à l'air $t=1\text{min}$,
- - Fermeture de la vanne Vair après l'écoulement de la temporisation $t=1\text{min}$,
- - Enclenchement d'une temporisation d'attente retour $t=1\text{min}$,
- - Désactivation de la pompe de retour Prc et fermeture de toutes les vanne après l'écoulement de la temporisation d'attente retour.



5.2.6.2 Graficet de lavage avec la solution désinfectant



5.2.6.3 Tables des variables de désinfection

Symboles	Variables
au	i0
dcd	i1
ndh	i2
ncb	i3
dv5	i4
dv50	i5
dvnep	i6
dvec	i7
dvsc	i8
dveq	i9
dvair	i10
dvmep	i11
fcd	i12
nch	i13
cdh	i14
oV5	o0
oVnep	o1
oVec	o2
oPnep	o3
aPnep	o4
oVmep	o5
oVsc	o6
aPmep	o7
oVeq	o8
oV50	o9
fVeq	o10
Enclenchement d'une temporisation de lavage	o12
fV5	o13
fVnep	o14
dPnep	o15
oVair	o16
Pousse à l'air	o17
fVair	o18
Attente Retour	o19
fVSC	o20

5.2.7 Rinçage à l'eau neuve

De même, cette étape du nettoyage est similaire à celle de la phase 3.

6. Conclusion

En tenant compte de la complexité du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons choisis le Grafquet qui est un outil puissant de modélisation et de transmission d'information.

Dans ce chapitre nous avons commencé par l'élaboration des cahiers des charges des différentes phases et cycles de la station CIP, que nous avons ensuite traduites en programmes Grafquet sous le logiciel Automgen.

Le chapitre suivant sera consacré au développement du programme d'automatisation de la station CIP sous TIA Portal V16.

**CHAPITRE IV : *Elaboration du
programme de la Station CIP***

1. Introduction

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande. Ainsi que le processus d'un système automatisé permet le passage d'une situation initiale à une situation finale sans intervention humaine, son comportement est répétitif chaque fois que les conditions initiales sont satisfaites.

Après avoir modélisé le système par l'outil GRAFCET, ce chapitre sera consacré à l'adaptation d'une solution programmable de la station CIP avec le langage LADDER sous logiciel TIA Portal en utilisant un API S7-300.

2. Système automatisé et processus industriel

Un système automatisé est un système technique pour lequel toute ou une partie du savoir-faire est confiée à une machine. Il exécute toujours le même travail pour lequel il est programmé.

Chaque processus industriel de fabrication, se compose d'un ensemble de machines destinées pour la fabrication ou la transformation. Chaque machine ou partie opérative se compose d'actionneurs ; ensemble de moteurs, vérins, vannes et autres dispositifs, qui assurent son fonctionnement. Les éléments de la partie opérative, sont pilotés par un automate ou la partie commande. Cette partie commande élabore les ordres transmis aux actionneurs à partir des informations fournies par la machine au moyen de : capteurs, d'interrupteurs de position, thermostats, manostats et autres dispositifs d'instrumentations. Cette dernière reçoit également des informations transmises par un opérateur en fonctionnement normal, ou un dépanneur en cas de réglage ou de mauvais fonctionnement de la partie commande ou de la partie opérative.

Entre ces deux parties et l'homme, se trouve la partie dialogue qui permet à ce dernier de transmettre des informations au moyen de dispositifs adaptés (boutons poussoirs, commutateurs, etc.). De même, la partie commande retourne vers l'homme des informations sous des formes compréhensibles par lui (voyant, afficheurs, cadrans, etc.) [9].

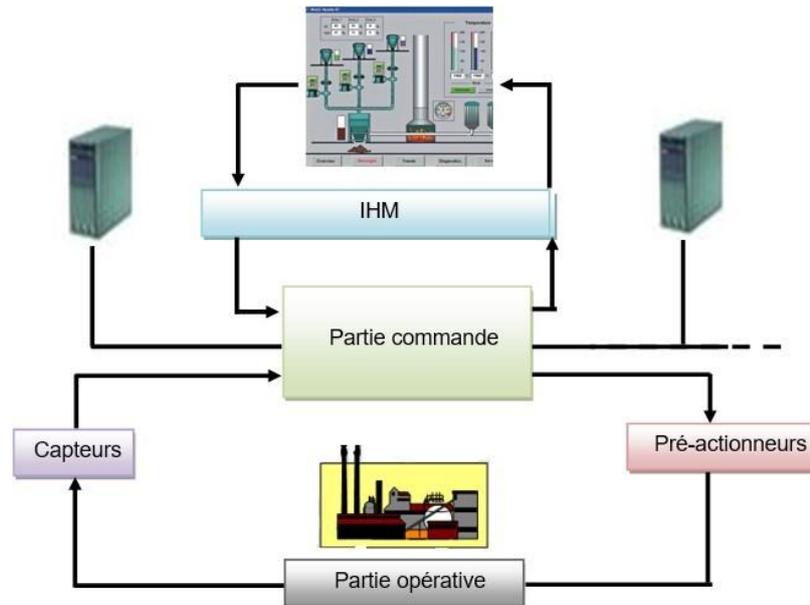


Figure 20 : Structure générale d'un système automatisé

On y trouve trois parties essentielles, comme le montre la figure ci-dessus :

2.1 La Partie Opérative (PO)

Qui opère sur la matière d'œuvre et le produit. Elle regroupe :

2.1.1 Les effecteurs

Dispositifs terminaux qui agissent directement sur la matière d'œuvre pour lui donner sa valeur ajoutée (outils de coupe, pompes, têtes de soudure, etc.) [9].

2.1.2 Les actionneurs

Éléments chargés de convertir l'énergie afin de l'adapter au besoin de la partie opérative ; cette énergie étant ensuite consommée par les effecteurs (moteur, vérin, électroaimant, résistance de chauffage, etc.) [9].

2.1.3 Les préactionneurs

Ce sont des éléments chargés :

- D'adapter le faible niveau énergétique disponible en sortie de la PC au besoin de la P.O ;
- De distribuer ou de moduler l'énergie délivrée aux actionneurs (contacteur, distributeur, variateur de vitesse...).
- D'assumer l'ensemble des fonctions de la chaîne d'acquisition de données : fin de course de vérin, détecteur de position, capteur de température, etc...

2.2 La Partie Relation (PR)

Elle comporte le pupitre de dialogue ; homme-machine, équipé d'organes de commande permettant la mise l'installation en/hors énergie, la sélection des modes de marche, la commande manuelle des actionneurs, la mise en référence, le départ des cycles, l'arrêt d'urgence, ainsi que, des signalisations diverses telles que les voyants lumineux, afficheurs, écrans vidéo, Klaxons, sonneries, ...etc[9].

2.3 La Partie Commande (PC)

Elle regroupe les composants comme : relais électromagnétique, opérateur logique, ..., etc. Et les constituants comme : API, cartes à microprocesseur, micro-ordinateurs, ..., etc. Tous ces éléments, sont destinés au traitement des informations émises par les organes de commande de la partie relations et capteurs de la partie opérative. Les ordres résultants sont transmis aux préactionneurs de la partie opérative et aux composants de signalisation de la partie relation ; afin d'informer l'opérateur de l'état et la situation du système [9].

3. Objectifs de l'automatisation

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

- Exécution des tâches sans l'intervention de l'être humain,
- Simplifier le travail de l'être humain,
- Améliorer la qualité du produit,
- Accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenter la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée,
- Améliorer la flexibilité de production,
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée,
- Augmenter la sécurité, etc...

4. Les Automate Programmable Industriel API

4.1 Définition d'un API

Un automate programmable industriel API (ou PLC programmable logique Controller) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de préactionneurs et d'actionneurs ; à partir d'information logique, analogique ou numérique [10].

4.2 Les critères de Choix d'automate programmable

Afin de faire un choix de l'automate adéquat, il a lieu de prendre en compte plusieurs critères et d'après le cahier des charges établi, l'automate choisi doit répondre à certains critères qui sont :

- Le nombre et la nature des entrées /sorties
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et la fonction spéciale offerte par le processeur ;
- Fonction ou module spéciaux : certains modules permettent de soulager le processeur en calcul afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé ;
- Communication avec d'autre système ;
- La fiabilité et la robustesse.

5. Utilisation du logiciel TIA Portal

Le logiciel TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) optimise l'ensemble des procédures au niveau planification, machine et processus. Son interface utilisateur intuitive, ses fonctions simples et sa transparence totale des données le rendent extrêmement convivial. Des données et projets déjà existants peuvent être intégrés aisément, ce qui garantit la sécurité de l'investissement.

5.1 Bloc système

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur [11].

5.2 Blocs utilisateurs

C'est des blocs de programmes. L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent les programmes et les données correspondants. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs [11].

Les blocs utilisateurs contiennent le code, le programme et les données du programme utilisateur, sont repartis comme suit :

5.2.1 Bloc d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme et ne peuvent être appelés par le système que selon leurs priorités. Cela veut dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire [11].

5.2.2 Blocs fonctionnels (FB)

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence (mémoire). Un bloc d'instance qui en constitue la mémoire [11].

5.2.3 Fonction (FC)

Blocs sans mémoire. Les FC contiennent des routines de programme pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données [11].

5.2.4 Blocs de Données (DB)

Les blocs de données servent à stocker les variables du programme utilisateur [11].

5.3 Création d'un projet

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « Créer un projet ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer »

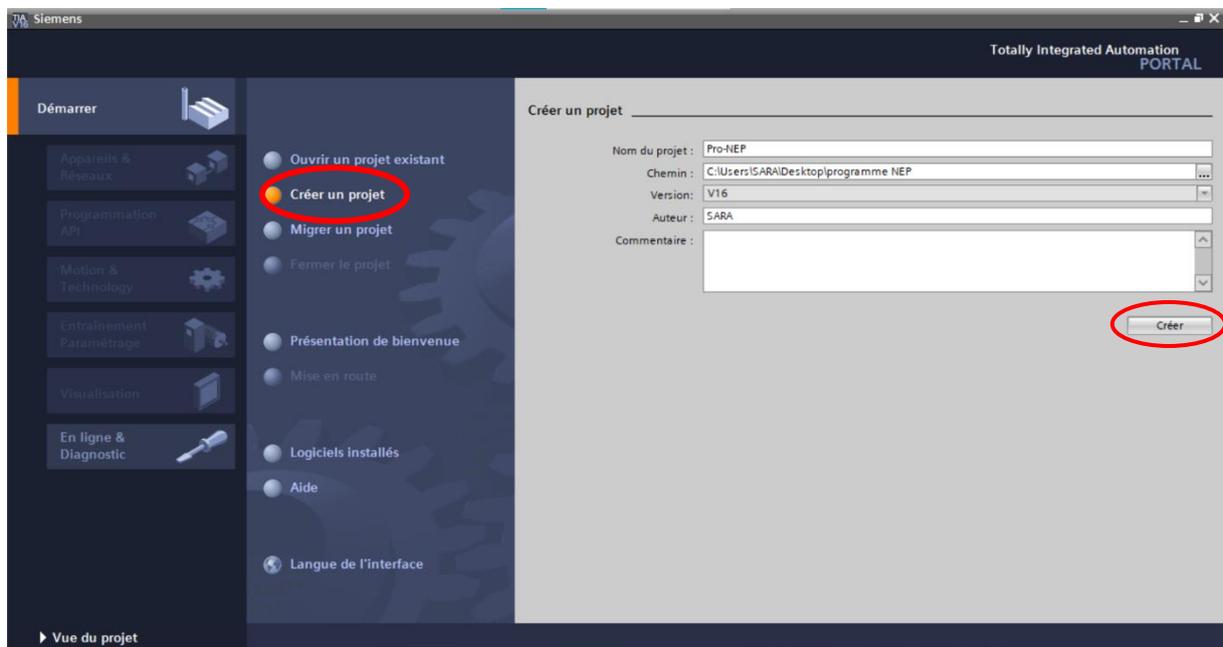


Figure 21 : Vue sur la création d'un nouveau projet sur TIA Portal

6. Création du projet d'automatisation de la station CIP

6.1 Configuration et paramétrage du matériel

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la vue du projet et cliquer sur « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet. La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication AS-i, ...).

Pour répondre au cahier des charges dans sa partie automatisation, nous avons choisi l'automate de la gamme SIMATIC S7 de Siemens S7-300 de CPU 314-2DP.

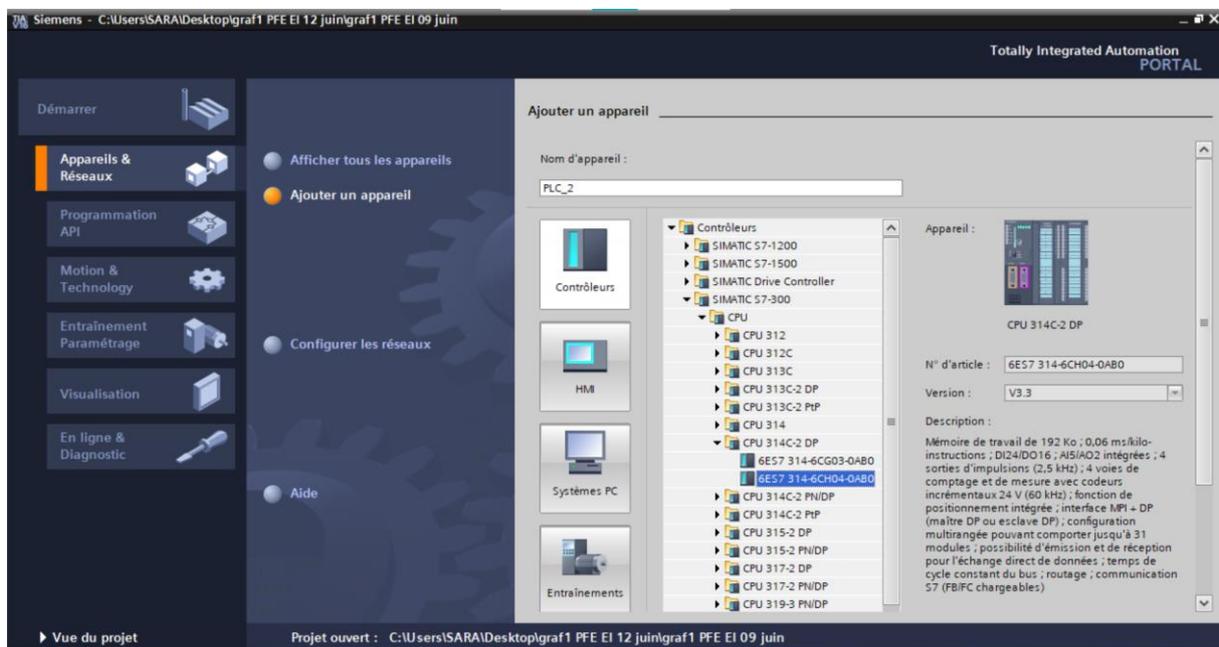


Figure 22 : Vue sur la validation du choix de la CPU sur TIA Portal

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.



Figure 23 : Automate programmable industriel S7-300

6.1.1 Description de l'automate utilisé S7-300

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire, pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, fabriqué par la firme (Siemens). On peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules, il est composé des éléments suivants :

- CPU (computer process unit),
- Un module d'alimentation,
- Modules de signaux,
- Module de communication (CP),
- Modules de fonction FM,
- Modules de simulation (S7-300).

Cet automate possède les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU,
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules,
- Bus de fond de panier intégré aux modules,
- Possibilité de mise en réseau avec :
 - ✓ L'interface multipoint (MPI),
 - ✓ PROFIBUS,
 - ✓ Industriel Ethernet.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules,
- Liberté de montage aux différents emplacements,
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil « configuration matérielle ».

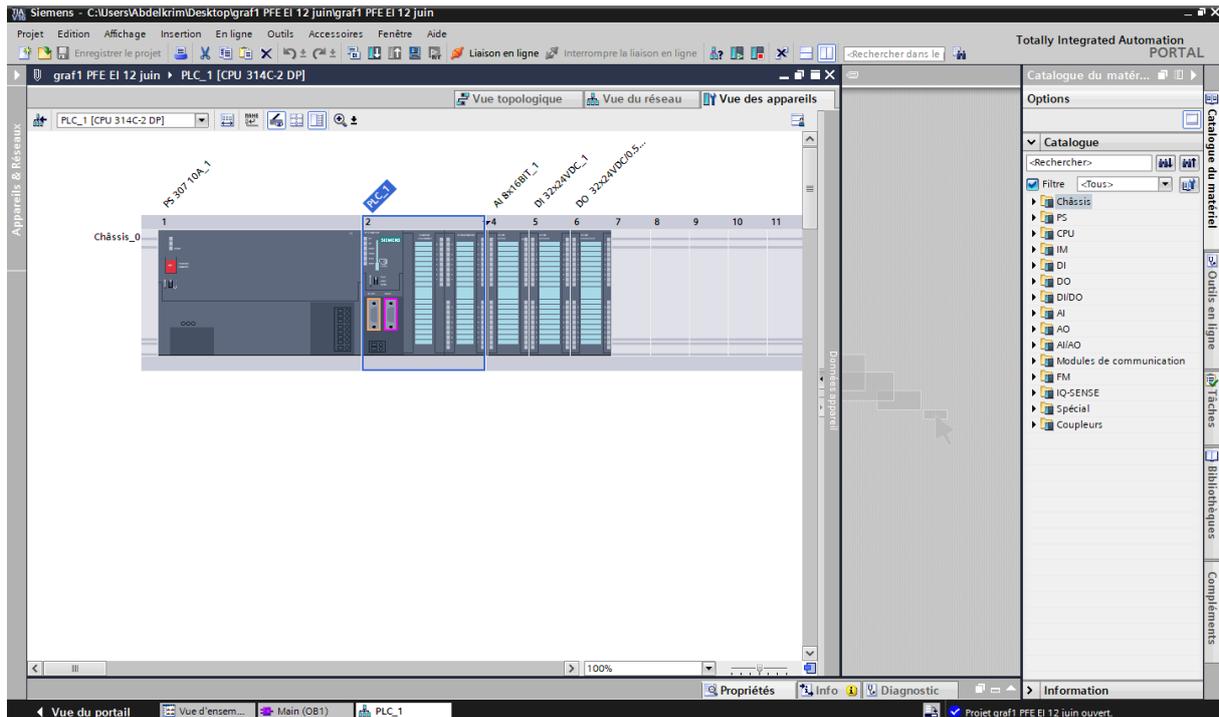


Figure 24 : Vue sur le rack et les différents éléments de type d'automate choisi

6.1.2 Configuration des appareils du projet

Pour mener à bien notre projet, nous avons opter pour d'autres modules auxiliaires. Donc, sur le profilé support (rack), on trouvera :

1. **PS 307 10A** : Alimentation externe AC120/230V : DC24V / 10A ; également disponible comme module SIPLUS article 6AG1 307-1KA01-4AA0.
2. **CPU 314C-2 DP** : Comportant :
 - Mémoire de travail de 192 Ko ;
 - 0,06 ms/kilo-instructions ;
 - DI24/DO16 ;
 - AI5/AO2 intégrées ;
 - 4 sorties d'impulsions (2,5 kHz) ;
 - 4 voies de comptage et de mesure avec codeurs incrémentaux 24 V (60 kHz) ;
 - Fonction de positionnement intégrée ;
 - Interface MPI + DP (maître DP ou esclave DP) ;
 - Configuration multirangée pouvant comporter jusqu'à 31 modules ;
 - Possibilité d'émission et de réception pour l'échange direct de données ;
 - Temps de cycle constant du bus ; routage ;

- Communication S7 (FB/FC chargeables) qui est extensible jusqu'à 4 châssis de 8 modules.

3. AI 8x16BIT : Module d'entrées analogiques AI8 x U/I 16 bits. Les caractéristiques de ce module sont :

- Par groupes de 8 ;
- Avec une précision environ 0,3% ;
- Tension de mode commun environ DC50V ;
- Diagnostic paramétrable ;
- Alarmes de processus ;
- Connecteur frontal à 40 points.

4. DI 32x24VDC : Module d'entrées TOR DI32 x DC24V. Les caractéristiques de ce module sont :

- Par groupes de 16 ;
- Retard à l'entrée env. 1,2 ..4,8 ms,
- Fixe ;
- Type d'entrée 1 (CEI 61131) ;
- Connecteur frontal à 40 points.

5. DO 32x24VDC/0.5A : Module de sorties TOR DO32 x DC24V/0,5A. Les caractéristiques de ce module sont :

- Par groupes de 8 ;
- 4A par groupe ;
- Connecteur frontal à 40 points.

6.1.3 Adressage des entrées et sorties E/S

La déclaration d'une entrée ou sortie donnée à l'intérieur d'un programme s'appelle l'adressage. Les entrées et sorties des API sont la plupart du temps regroupées en groupes de huit sur des modules d'entrées ou de sorties numériques. Cette unité de huit est appelée octet. Chaque groupe reçoit un numéro que l'on appelle l'adresse d'octet. Afin de permettre l'adressage d'une entrée ou sortie à l'intérieur d'un octet, chaque octet est divisé en huit bits. Ces derniers sont numérotés de 0 à 7. On obtient ainsi l'adresse du bit.

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matérielle, il faut aller dans « appareil et réseau » dans le navigateur du projet. Dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « Vue des appareils » et de sélectionner l'appareil voulu.

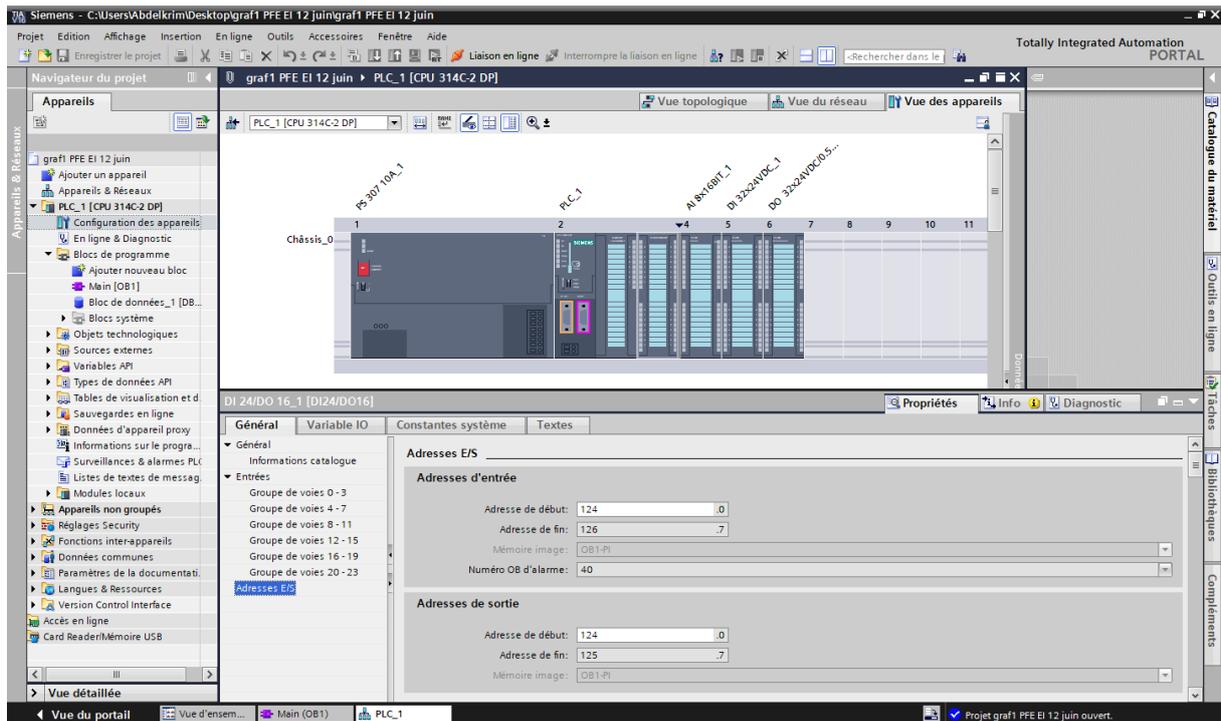


Figure 25 : Identification des adresses des E/S

On sélectionne la CPU, ou l’un des modules rajoutés au rack, puis à l’aide des deux petites flèches (voir figure), on fait apparaître l’onglet « Vue d’ensemble des appareils ». Les adresses des entrées et sorties apparaisse. Nous pouvons les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.

6.2 Elaboration du programme d'automatisation de la station CIP

Dans cette partie nous allons présenter le programme d'automatisation du fonctionnement de la station CIP élaboré et réalisé sous le logiciel TIA Portal V16.

6.2.1 Création de la table des mnémoniques

Dans tous les programmes il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées, lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée.

L’utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. Le tableau 7, ci-dessous, représente la table des mnémoniques du fonctionnement de la station CIP étudiée.

Tableau 7 : Table des mnémoniques du programme de la station CIP

Nom	Type de données	Adresses	Nom	Type de données	Adresses
DCY	Bool	%I124.0	Tag_11	Bool	%M8.5

FCY	Bool	%I124.1	Tag_12	Bool	%M8.6
ETAT PROCESS	Bool	%M0.0	Ndb	Bool	%M21.4
AU	Bool	%I124.2	Ndh	Bool	%M21.5
CapNer	Int	%IW752	ACTd	Bool	%Q12.6
Tag_1	Bool	%M0.1	RV40	Bool	%Q12.7
Tag_2	Word	%MW1	RV50	Bool	%Q13.0
Nerh	Bool	%Q127.0	DésactV4	Bool	%Q13.1
Tag_4	Bool	%M0.3	DésactV3	Bool	%Q13.2
Nerb	Bool	%M10.0	EnvoiCIP	Bool	%I125.6
DV2	Bool	%I0.4	Tag_13	Bool	%M8.7
DV20	Bool	%I0.5	Tag_14	Word	%MW5
DVr	Bool	%I0.6	Tag_15	Word	%MW6
DVv	Bool	%I0.7	Tag_16	Word	%MW7
Terh	Bool	%M10.1	Nch	Bool	%M50.0
Terb	Bool	%M10.2	Ncb	Bool	%M50.1
CapT	Int	%IW754	ErP	Bool	%Q13.3
Tag_3	Bool	%M0.7	SP	Bool	%Q13.4
Tag_5	Word	%MW2	AP	Bool	%Q13.5
V2	Bool	%Q124.0	DP	Bool	%Q13.6
V20	Bool	%Q124.1	DVPu	Bool	%M9.2
Vv	Bool	%Q124.2	DCP	Bool	%M9.3
Vr	Bool	%Q124.3	TempsEEr	Time	%MD10
KMPe	Bool	%Q124.4	SélectModCuv	Bool	%I125.7
ACTer	Bool	%M1.0	TempsAirEr	Time	%MD24
Nsh	Bool	%M10.3	TempsPuEr	Time	%MD28
Nsb	Bool	%M10.4	Vpu	Bool	%Q13.7
Tsh	Bool	%M10.5	DCR	Bool	%M9.4
Tsb	Bool	%M10.6	PrépaEn	Bool	%I126.0
CipEr	Bool	%I124.5	Nen	Bool	%M9.5
CipS	Bool	%I124.6	Ten	Bool	%M9.6
CipA	Bool	%I124.7	EnP	Bool	%Q14.0
CipD	Bool	%I125.0	Tag_17	Bool	%M9.7
CipEn	Bool	%I125.1	Tag_18	Word	%MW8
Tah	Bool	%M10.7	TempsEEen	Time	%MD20
Tab	Bool	%M20.0	TempsAirEn	Time	%MD32

Td	Bool	%M20.1	TempsPuEn	Time	%MD36
CapC	Int	%IW756	TempSONvegEn	Time	%MD40
CapNen	Int	%IW758	DCS	Bool	%M14.0
CapNs	Int	%IW760	TempsES	Time	%MD37
CapNa	Int	%IW256	TempsAirS	Time	%MD52
CapNd	Int	%IW258	imv30	Bool	%M60.3
CapNc	Int	%IW260	DCA	Bool	%M60.4
Tag_6	Bool	%M5.2	TempsEA	Time	%MD41
Tag_7	Bool	%M5.3	TempsAirA	Time	%MD46
DprépaS	Bool	%I125.2	imv40	Bool	%M60.5
DprépaA	Bool	%I125.3	DCD	Bool	%M60.6
DprépaD	Bool	%I125.4	TempsED	Time	%MD63
Csh	Bool	%M20.4	TempsAirD	Time	%MD68
Csb	Bool	%M20.5	imv50	Bool	%M60.7
Cah	Bool	%M20.6	DPuEr	Bool	%M61.0
Cab	Bool	%M20.7	DairEr	Bool	%M61.1
Cdh	Bool	%M21.0	DairEn	Bool	%M61.2
Cdb	Bool	%M21.1	DPuEn	Bool	%M61.3
Veg	Bool	%Q124.5	DéfPnep	Bool	%I4.0
V30	Bool	%Q124.6	DéfPs	Bool	%I4.1
V40	Bool	%Q124.7	DéfPa	Bool	%I4.2
V50	Bool	%Q125.0	DéfPd	Bool	%I4.3
KMPs	Bool	%Q125.1	DéfPrnep	Bool	%I4.4
KMPa	Bool	%Q125.2	DéfCapNer	Bool	%I4.5
KMPd	Bool	%Q125.3	DéfCapNen	Bool	%I4.6
KMPr	Bool	%Q125.4	DéfCapNs	Bool	%I4.7
V1	Bool	%Q125.5	DéfCapNa	Bool	%I5.0
V3	Bool	%Q125.6	DéfCapNd	Bool	%I5.1
V4	Bool	%Q125.7	DéfCapNc	Bool	%I5.2
V5	Bool	%Q12.0	DéfCapT	Bool	%I5.3
Vec	Bool	%Q12.1	DéfCapC	Bool	%I5.4
Vsc	Bool	%Q12.2	DéfV1	Bool	%I5.5
Vair	Bool	%Q12.3	DéfV2	Bool	%I5.6
Vnep	Bool	%Q12.4	DéfV20	Bool	%I5.7
Vrnep	Bool	%Q12.5	DéfV3	Bool	%I6.0

Tag_8	Word	%MW3	DéfV30	Bool	%I6.1
RV30	Bool	%M14.1	DéfV4	Bool	%I6.2
EVeg	Bool	%M14.2	DéfV40	Bool	%I6.3
Tag_9	Bool	%M6.4	DéfV5	Bool	%I6.4
Tag_10	Word	%MW4	DéfV50	Bool	%I6.5
DV3	Bool	%M6.5	DéfVr	Bool	%I6.6
DV30	Bool	%M6.6	DéfVv	Bool	%I6.7
DV1	Bool	%M6.7	Défair	Bool	%I7.0
DV4	Bool	%M7.0	DéfVnep	Bool	%I7.1
DV5	Bool	%M7.1	DéfVec	Bool	%I7.2
DV40	Bool	%M7.2	DéfVsc	Bool	%I7.3
DV50	Bool	%M7.3	DéfVpu	Bool	%I7.4
DVeg	Bool	%M7.4	DéfVrnep	Bool	%I7.5
DVnep	Bool	%M7.5	DéfVeg	Bool	%I7.6
DVrnep	Bool	%M7.6	DéfPompe	Bool	%Q14.1
DVair	Bool	%M7.7	DéfCapteur	Bool	%Q14.2
DVec	Bool	%M8.0	DéfVanne	Bool	%Q14.3
DVsc	Bool	%M8.1	DéfSurcharge	Bool	%I126.1
ACTs	Bool	%M8.2	DéfCC	Bool	%I126.2
DprépaEr	Bool	%I125.5	DéfV10	Bool	%I126.3
ACTa	Bool	%M8.4	DéfVair	Bool	%I126.4
Nab	Bool	%M21.2	DéfMoteur	Bool	%Q14.4
Nah	Bool	%M21.3	Défaut	Bool	%Q14.5

6.2.2 Création de l'OB1 principal

Le bloc d'organisation (OB1) constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme qu'on a élaboré. Il est appelé par le système d'exploitation qui gère le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

6.2.3 Programmes réalisés

6.2.3.1 Activation et désactivation du système de la station CIP

Ce réseau présente les conditions nécessaires pour :

- La mise en marche ;

- La mise en arrêt ;
- L'arrêt d'urgence ;
- Arrêt en cas de défauts.

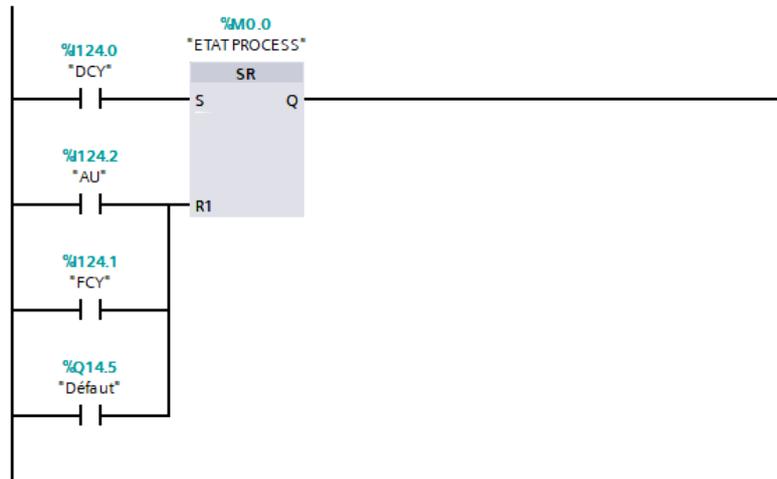


Figure 26 : Réseau d'activation et désactivation du système de la station CIP

Le programme des défauts système CIP est donné dans les réseaux ; de 71 à 75 du programme principal mentionné dans l'annexe.

6.2.3.2 Adaptation et mise à l'échelle des différents capteurs

Ci-dessous un exemple de mise à l'échelle et d'adaptation d'un capteur

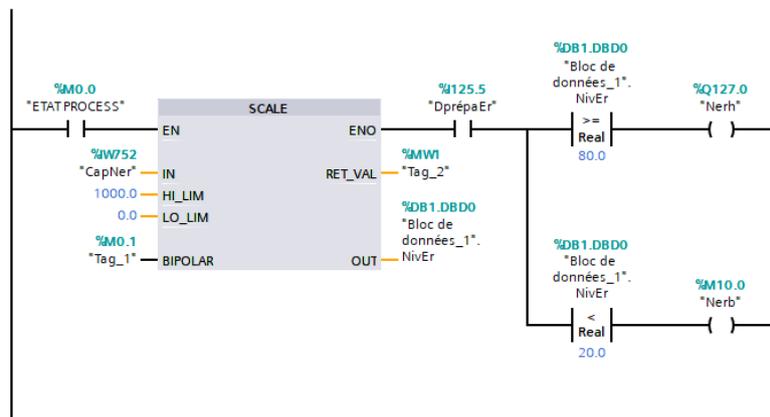


Figure 27 : Réseau du capteur de niveau de l'eau récupérée

La mise à l'échelle et l'adaptation des autres capteurs utilisés dans notre programme sont donnés dans par les réseaux : 2, 3, 7, 10, 14, 18, 21, 32 du programme principal mentionné dans l'annexe.

Dans le bloc de donnée [DB1], nous avons déclaré les données capteurs comme réelle.

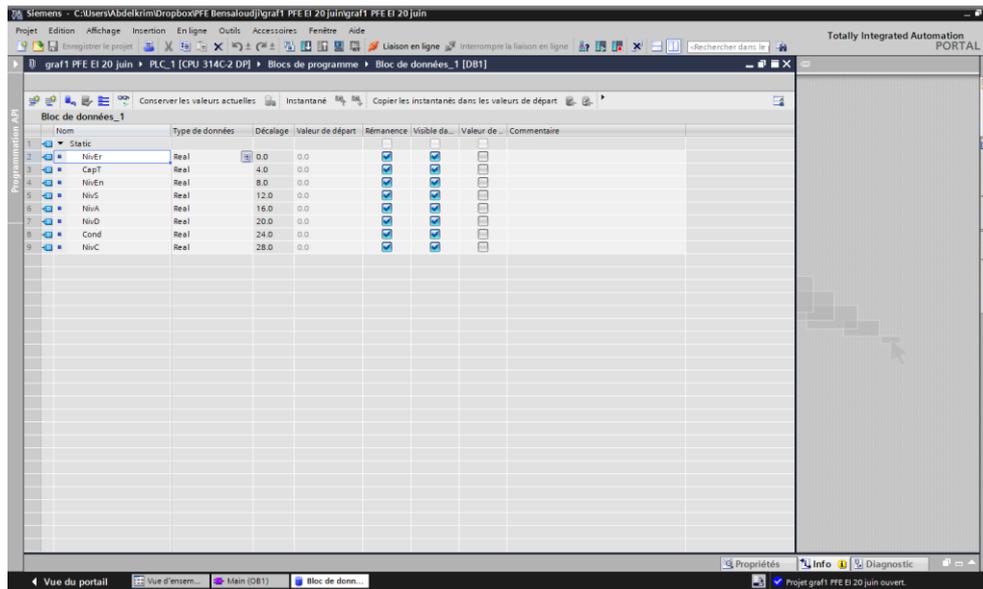


Figure 28: Bloc de données [DB1] du programme de la station CIP

6.2.3.3 Préparation de l'eau récupérée

La préparation de l'eau récupérée est donnée par les réseaux suivants : 5 et 6 (voir le programme en annexe).

6.2.3.4 Préparation de la soude

La préparation de la soude est donnée par les réseaux suivants : 11, 12 et 13 (voir le programme en annexe).

6.2.3.5 Préparation de l'acide

La préparation de l'acide est donnée par les réseaux suivants : 15 et 17 (voir le programme en annexe).

6.2.3.6 Préparation du désinfectant

La préparation du désinfectant est donnée par les réseaux suivants : 19 et 20 (voir le programme en annexe).

6.2.3.7 Envoi de l'eau récupérée (prélavage)

L'envoi de l'eau récupérée est donné par les réseaux du 23 au 31 (voir le programme en annexe).

6.2.3.8 Envoi de la soude

L'envoi de la soude est donné par les réseaux du 41 au 50 (voir le programme en annexe).

6.2.3.9 Envoi de l'acide

L'envoi de l'acide est donné par les réseaux du 51 au 60 (voir le programme en annexe).

6.2.3.10 Envoi du désinfectant

L'envoi du désinfectant est donné par les réseaux du 61 au 70 (voir le programme en annexe).

6.2.3.11 Envoi de l'eau neuve (rinçage)

Le rinçage ou l'envoi de l'eau neuve est donné par les réseaux du 33 au 40 (voir le programme en annexe).

6.2.4 Compilation et chargement du programme

Pour charger la configuration dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « charger dans l'appareil ». La fenêtre ci-dessous s'ouvre et nous devons faire le choix du mode de connexion (PN/IE, Profibus, MPI). Si nous choisissons le mode PN/IE, l'API doit posséder une adresse IP, voir figure 29.

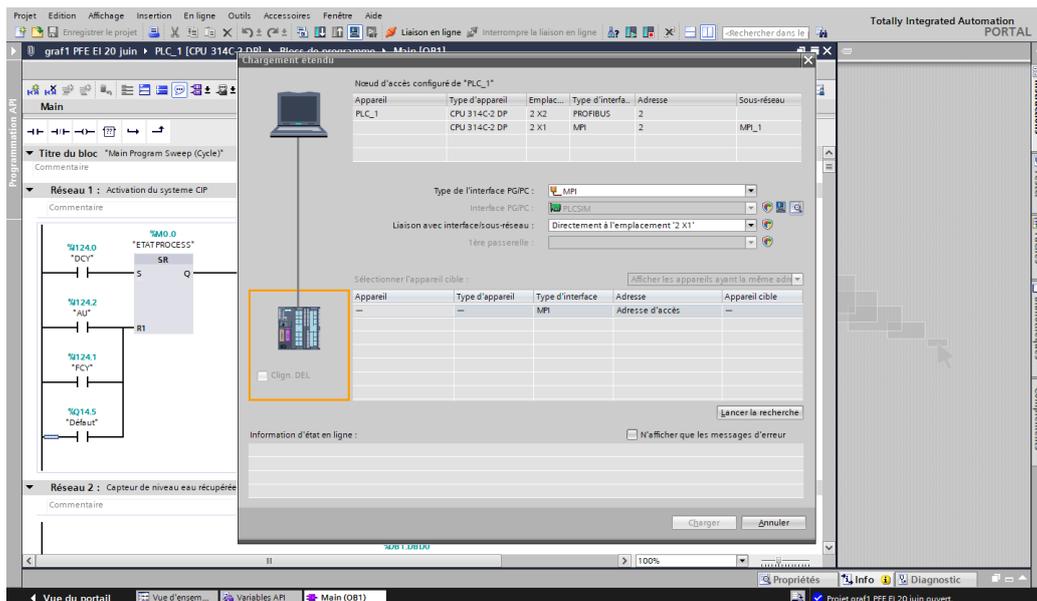


Figure 29 : Fenêtre du choix de mode de connexion entre PC et API

Après la sélection du mode de connexion et pour charger le programme, une nouvelle fenêtre apparaît (figure 30), pour la sélection des différents modules conçus dans le programme principal.

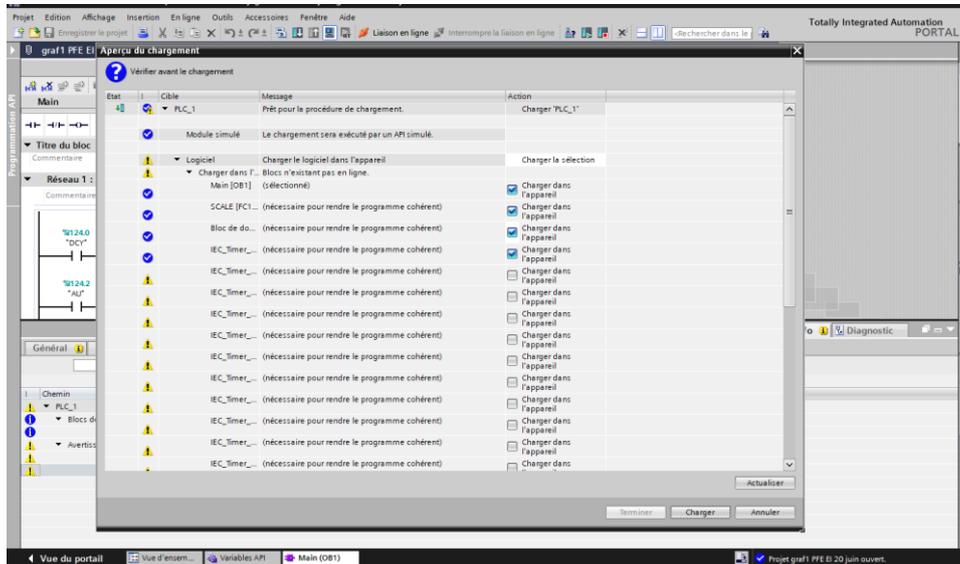


Figure 30 : Chargement du programme principal

6.2.5 Simulation du programme

L'application de simulation de module S7-PLCSIM ou SIMATIC_PLCSIM (pour les API 1200 ou plus) permet d'exécuter et de tester le programme sur ordinateur.

6.2.6 Activer la visualisation du programme

Une fois le programme est chargé, et lorsque on active la visualisation de ce dernier, voir figure 31, une autre fenêtre de l'interface de simulation S7-PLCSIM apparaît, figure 32.

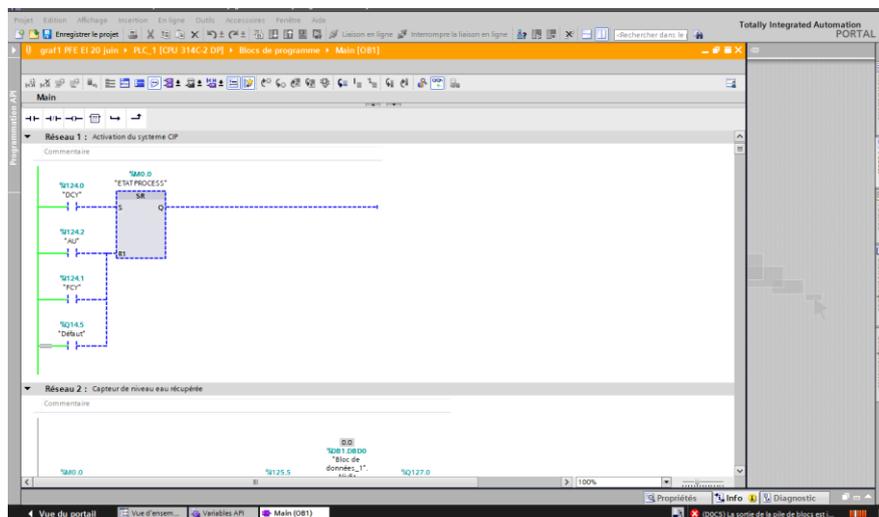


Figure 31 : Activation de la visualisation du programme

Alors nous pouvons tester et simuler le mode de fonctionnement de la station CIP à travers le programme élaboré, à travers le forçage des différentes entrées, voir figure 32.

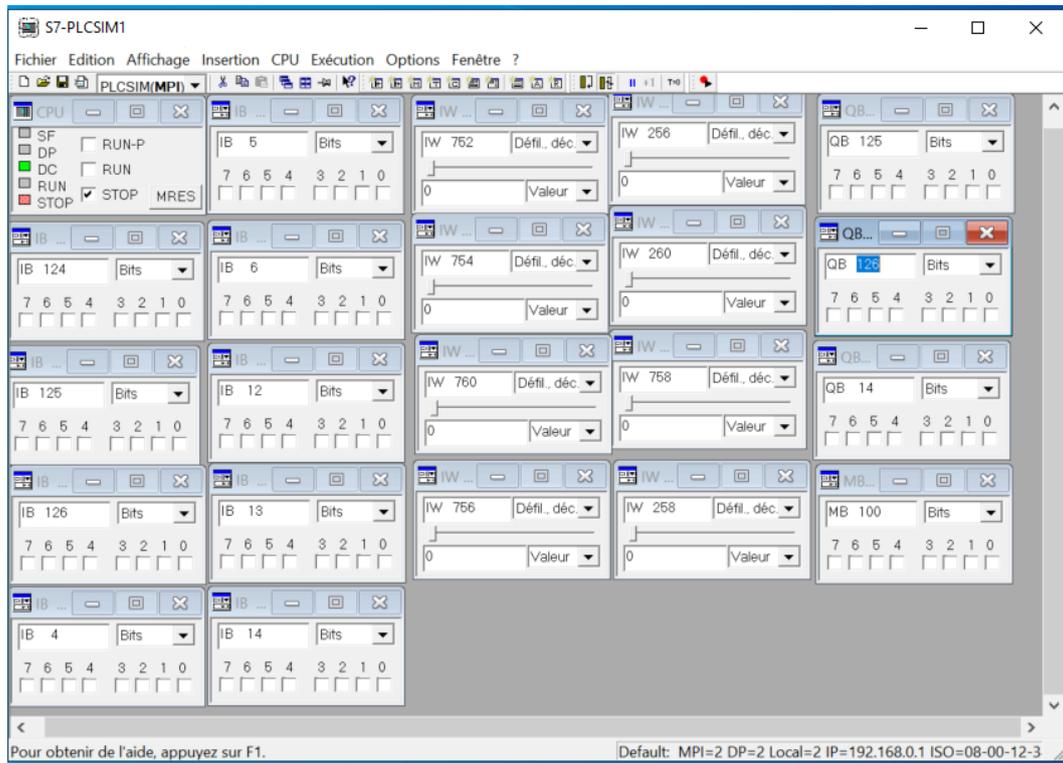


Figure 32 : Interface de simulation S7-PLCSIM du programme de la station CIP

7. Conclusion

Ce chapitre est consacré au travail effectué, où nous avons fourni un aperçu de l'automate programmable S7-300 de CPU 314-2 DP et des modules auxiliaires choisis pour l'automatisation de notre station CIP, ainsi que du logiciel de programmation TIA Portal V16 utilisé.

Ensuite, nous avons développé un programme pour automatiser le fonctionnement du système CIP considéré, en décrivant les étapes de création de projet sur le logiciel utilisé, et en adaptant une solution programmable utilisant le langage LADDER.

La simulation du programmable de la CIP nous a permis de tester le programme élaboré, et nous a facilité la transition vers la visualisation des états physiques et fonctionnels des équipements utilisés.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Notre projet de fin d'étude a été réalisé au sein de l'unité COJEK EL-Kseur du groupe industriel CEVITAL. Il a été mis en œuvre dans le but de contribuer à la conception et à l'élaboration d'un programme d'automatisme pour l'installation CIP destinée au nettoyage des équipements utilisés dans la production de jus.

Ce stage nous a permis de découvrir le monde industriel, d'enrichir nos connaissances sur le plan pratique et d'approfondir les connaissances acquises lors de notre formation universitaire théorique.

Après avoir présenté le milieu de notre travail, particulièrement la station CIP, puis procédé à l'étude du principe de fonctionnement et des équipements utilisés, nous avons établi la modélisation avec l'outil Grafcet, dans le but d'éclaircir et de mettre en évidence le cahier des charges décrivant le mode de fonctionnement de la station.

Toutefois, l'automatisme a donné à l'industrie un nouvel air, permettant ainsi de rendre des processus complexes entièrement autonomes. Le programme de la station CIP a été réalisé avec le logiciel TIA Portal V16 sur un automate programmable Siemens S7-300 avec une CPU 314-2 DP, ce qui nous a permis d'acquérir des connaissances sur ce dernier. Ainsi, ce procédé d'automatisation présente de nombreux avantages en termes de production ainsi qu'en termes de sécurité.

Enfin, nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et que notre mémoire sera utile aux étudiants des différentes filières qui nous succéderont et qui souhaiteraient s'intéresser à l'automatisation des systèmes de nettoyage CIP. Aussi, nous souhaitons que les futurs étudiants conçoivent un programme de supervision pour cette station à base de notre programme.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- [1] E. LAMOUILLE, « De la mise au point à la validation de nettoyage dans l'industrie pharmaceutique », Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Clermont I, 2004.
- [2] E. LAMOUILLE, « De la mise au point à la validation de nettoyage dans l'industrie pharmaceutique », Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Clermont I, 2004.
- [3] A. Seheno Olivia, « Optimisation du nettoyage en place dans la fabrication d'yaourt de l'usine socolait », Mémoire de fin d'études, université d'antananarivo, 2016.
- [4] M.YAMOUCHE, I. OUZAID « Étude et automatisation d'une station de nettoyage en place (CIP) au niveau de la SARL Tifra-Lait à base d'un automate Siemens S7 300 », Mémoire de fin d'étude, UMMTO, 2015.
- [5] « POMPE DOSEUSE », Document Tech-Pompes, 2016. Site consulté le mois de mai 2022. <https://www.tech-pompes.fr/dosage-agitation/pompe-doseuse-systemes-de-dosage/>
- [6] www.perso.crans.org/laguionie/TP/PSIetoile/Etudeysteme/.../Les_capteurs.ppt
- [7] H. BOUAMARA, A. AMOURA « Conception d'une station automatisée de nettoyage en place », mémoire de Fin d'Etudes, UMMTO, 2011
- [8] M. BLANCHARD, « Comprendre maîtriser et appliquer le GRAFCET », France, 1994.
- [9] Y. MANKOUR, M.SI TAYEB « Automatisation d'une Centrale de Nettoyage en Place au niveau de la SARL Tifra-Lait », Mémoire de fin d'étude, UMMTO, 2016
- [10] A. LAIFAOU, « Automatisme industriel », Cours Master 2 Maintenance Industrielle, Université de Bejaia, 2019.
- [11] G. Michel, B. Girard « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels », Edition dunod, paris, 1987
- [12] « TIA Portal V16 », Document technique Siemens.

ANNEXE

Main [OB1]

Main Propriétés

Général

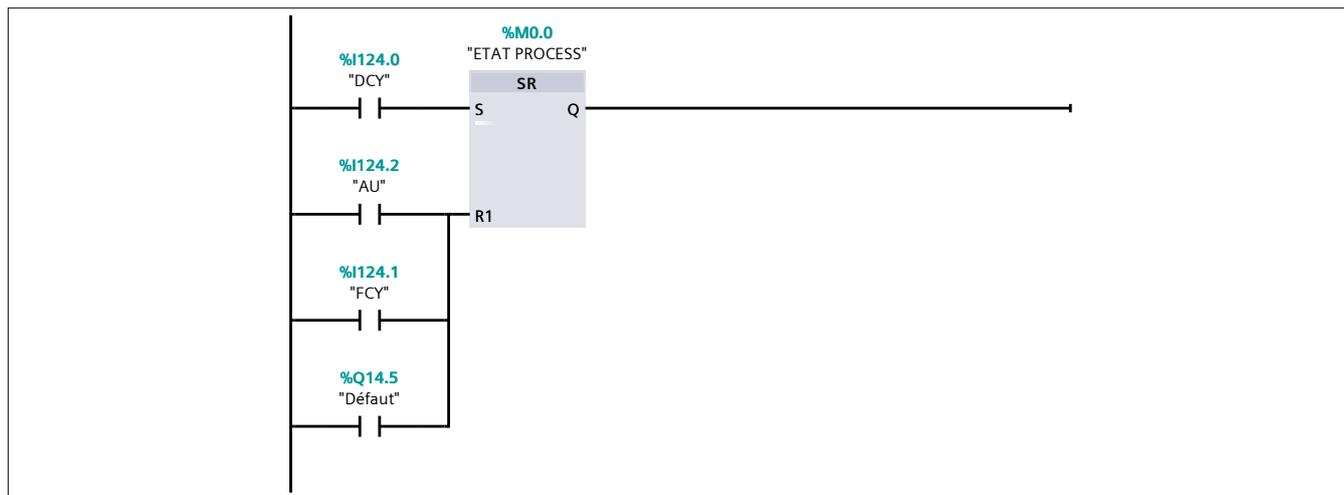
Nom	Main	Numéro	1	Type	OB
Langage	CONT	Numérotation	Manuel		

Information

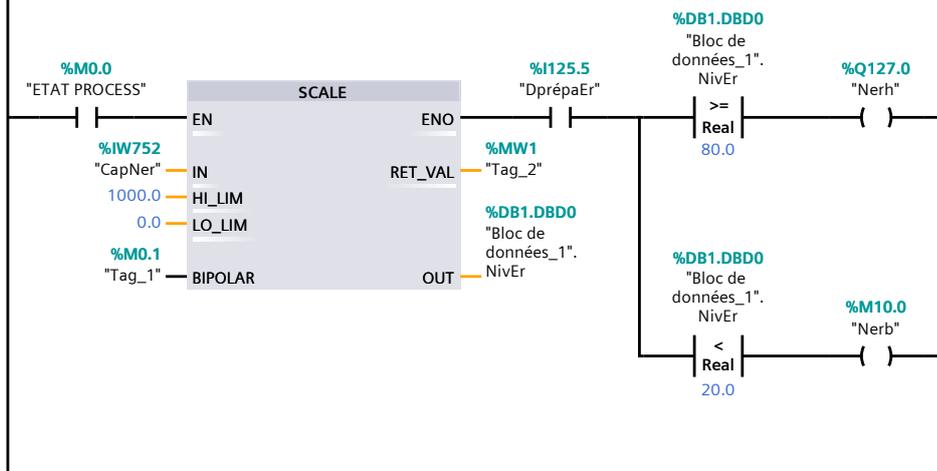
Titre	"Main Program Sweep (Cycle)"	Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

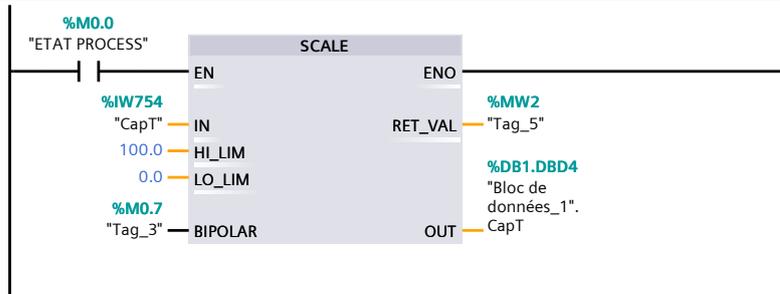
Réseau 1 : Activation du systeme CIP



Réseau 2 : Capteur de niveau eau récupérée

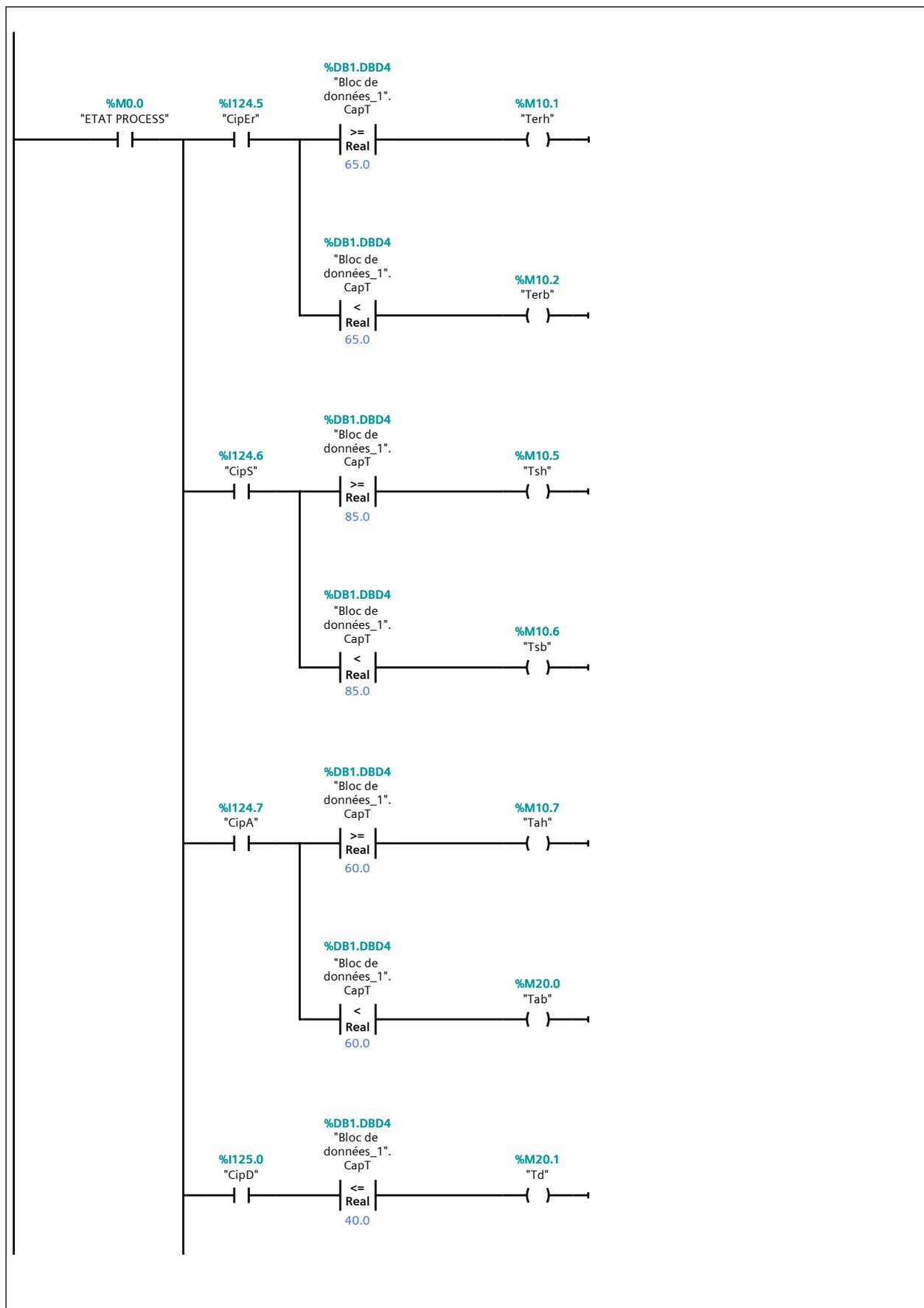


Réseau 3 : capteur de température



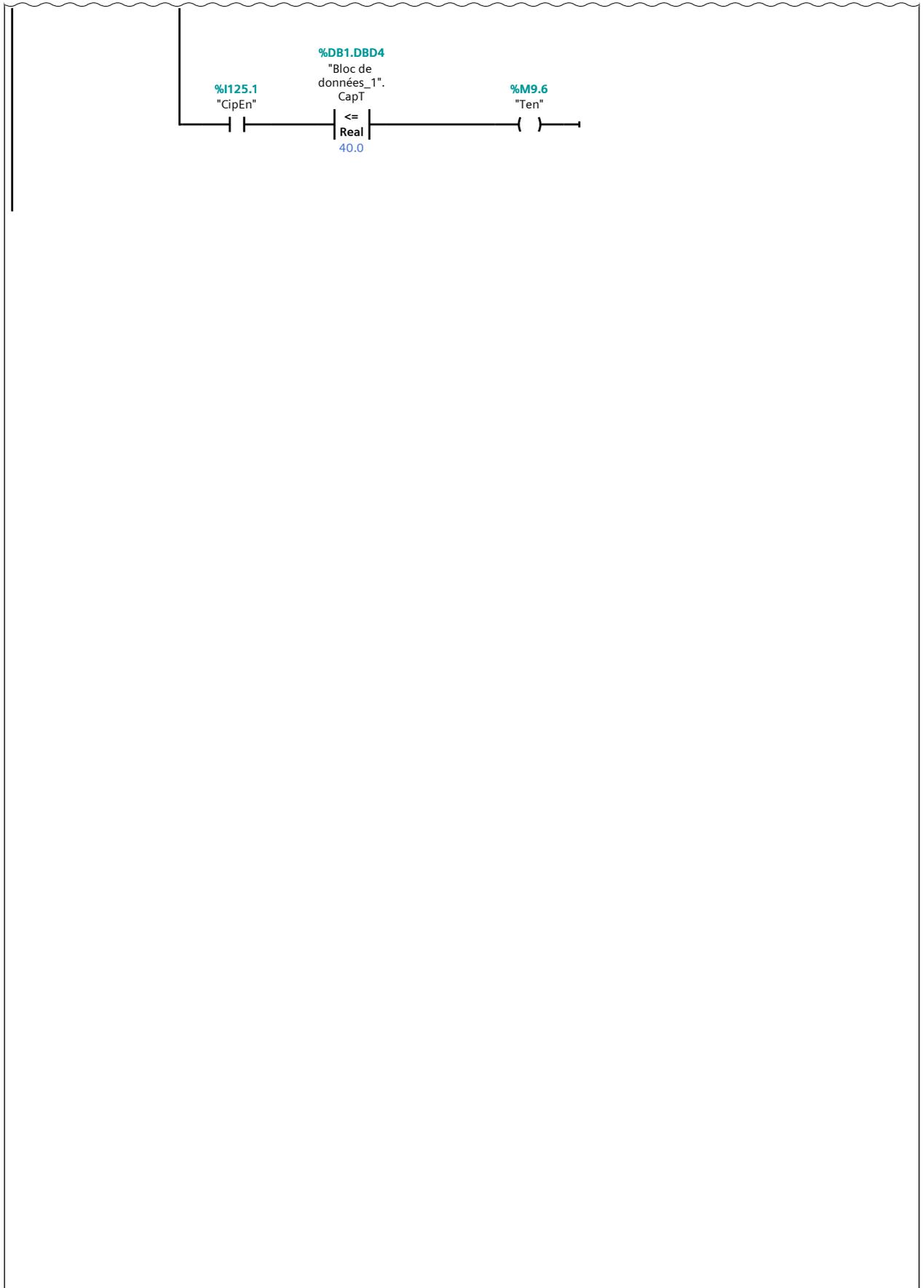
Réseau 4 : comparateurs de température

Réseau 4 : comparateurs de température (1.1 / 2.1)



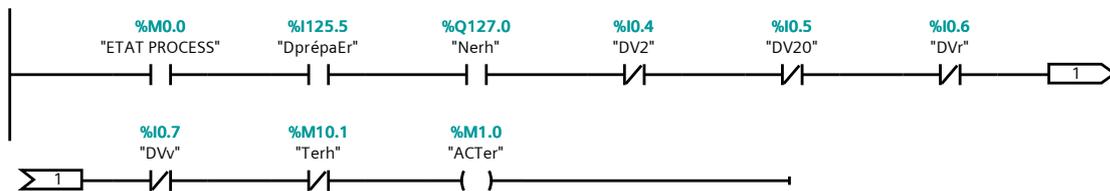
Réseau 4 : comparateurs de température (2.1 / 2.1)

1.1 (Page1 - 3)

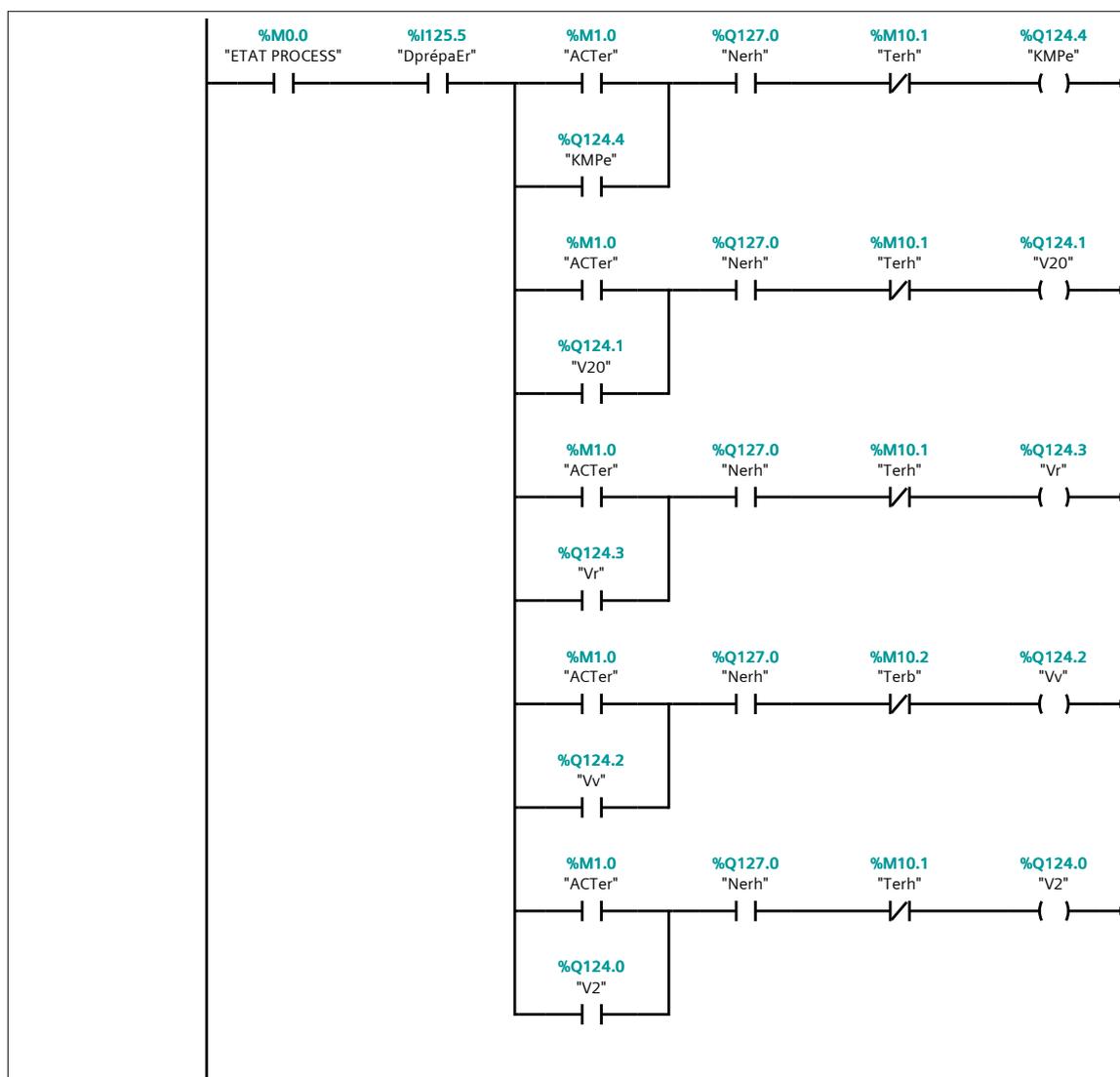


Réseau 5 : Préparation Eau récupérée

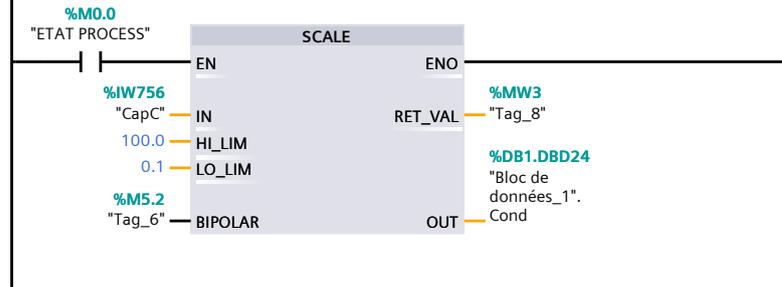
Réseau 5 : Préparation Eau récupérée



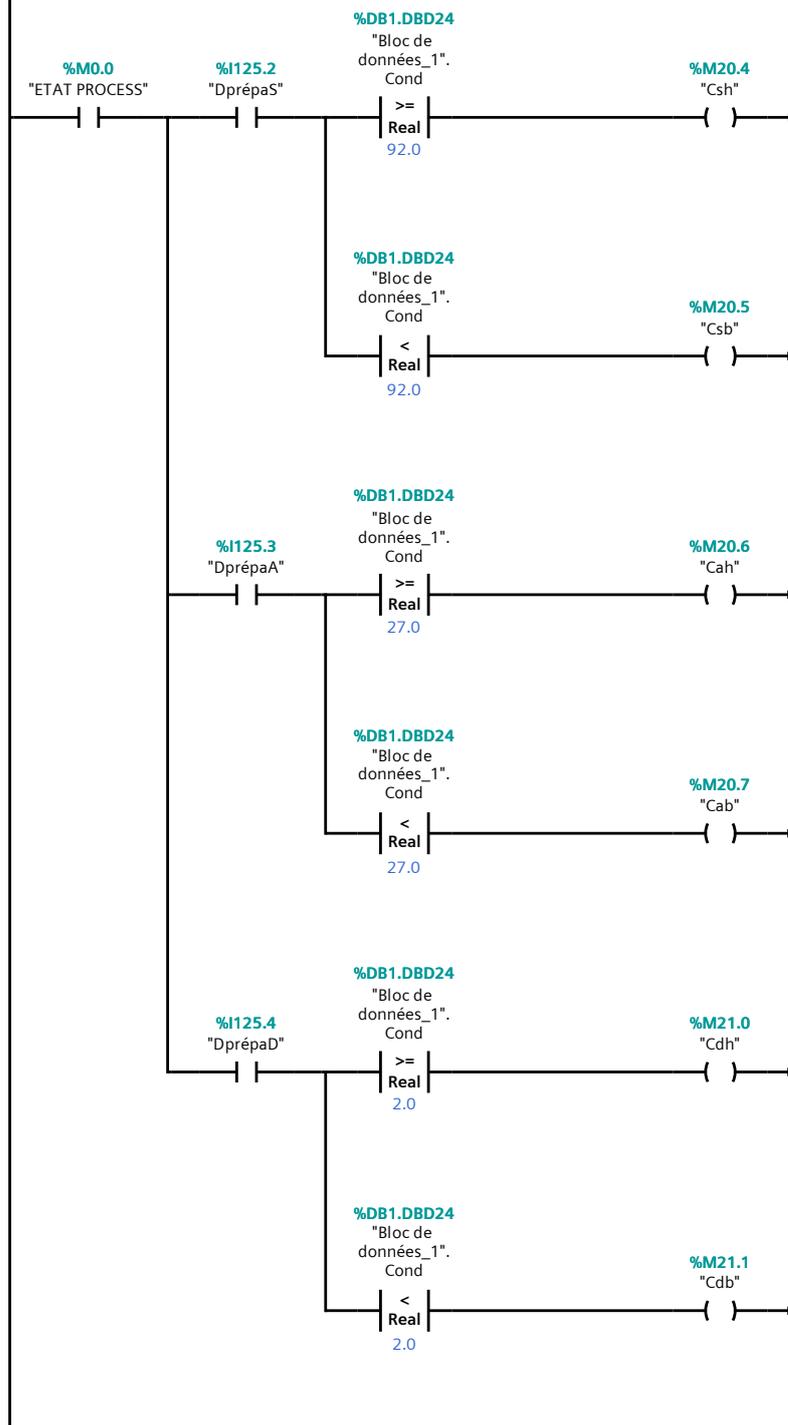
Réseau 6 :



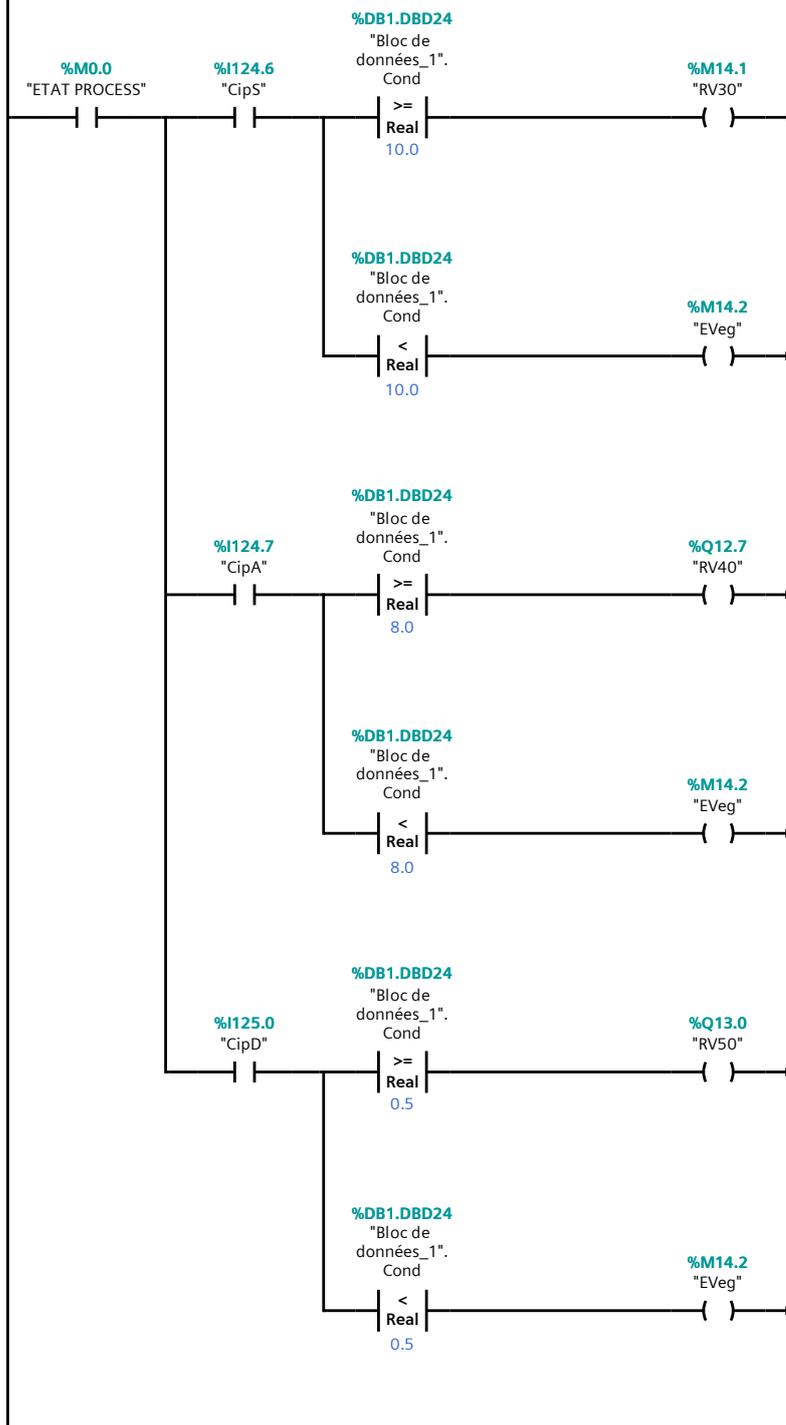
Réseau 7 : capteur de conductivité



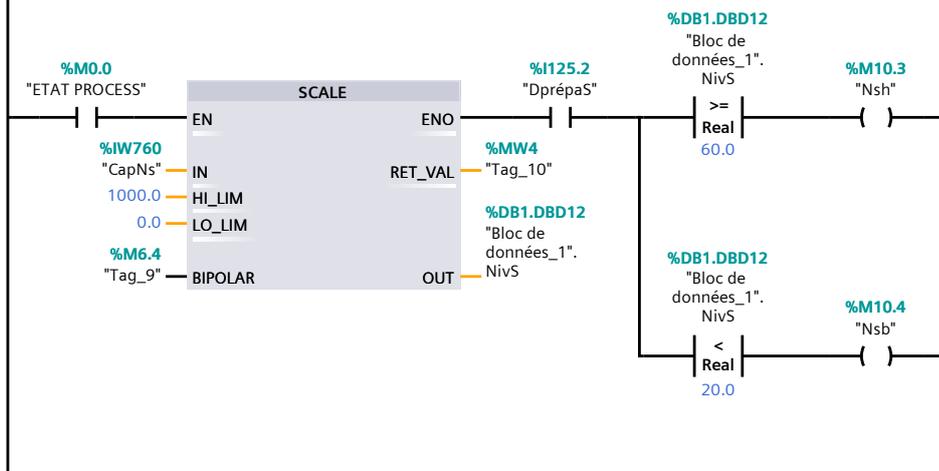
Réseau 8 : Compateurs de conductivité de préparation



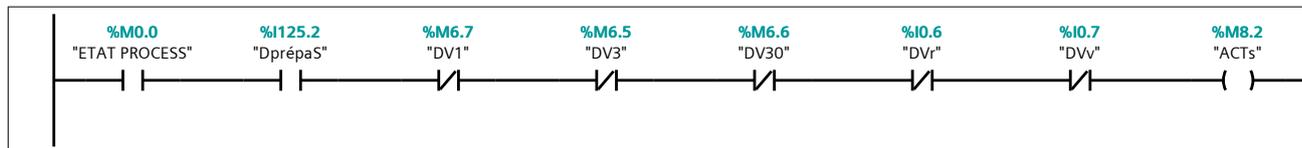
Réseau 9 : Comparateurs de conductivité de retour



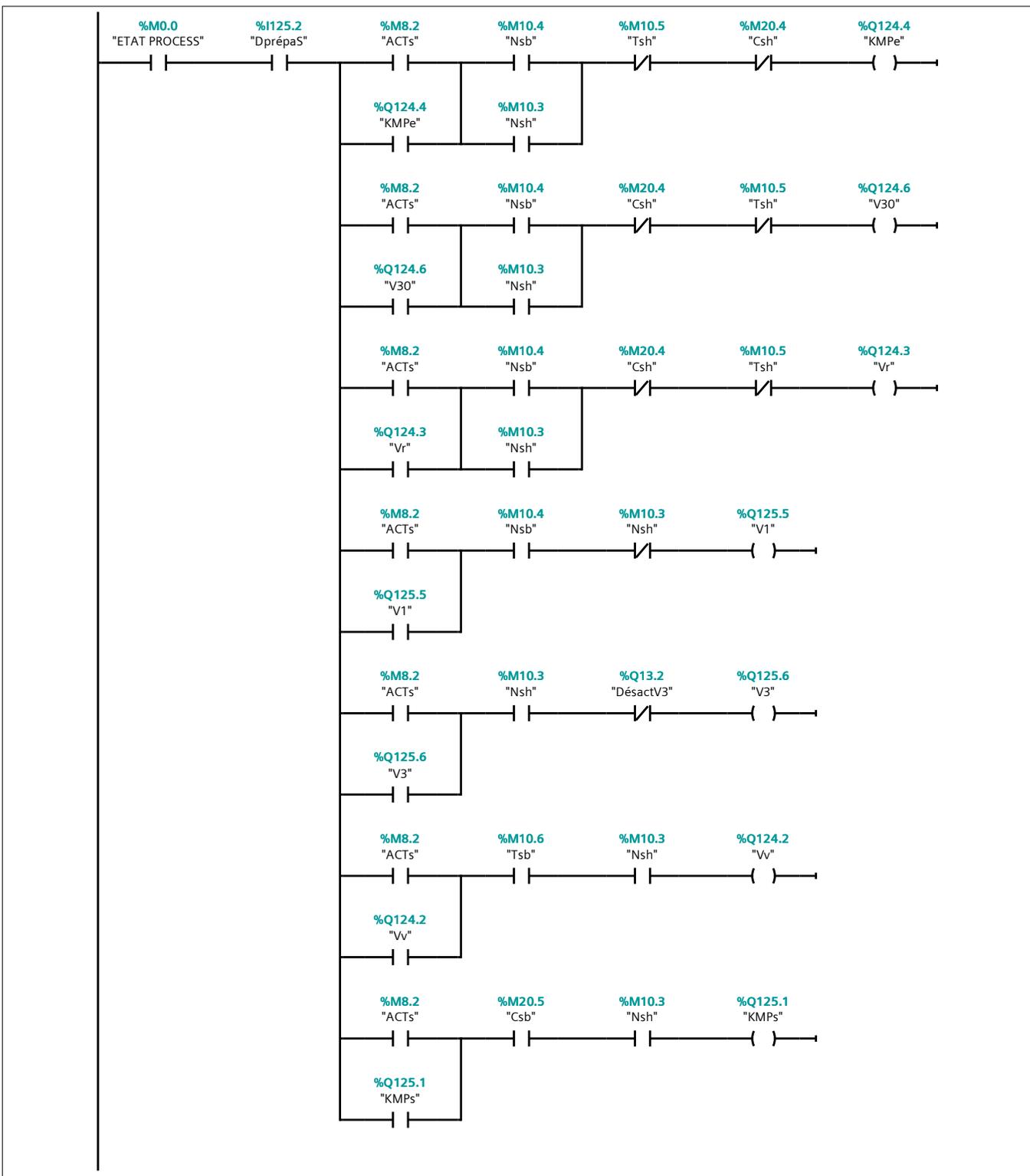
Réseau 10 : Capteur de niveau Soude



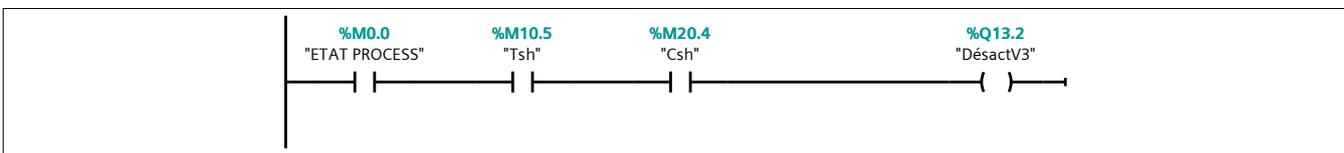
Réseau 11 : Préparation Soude



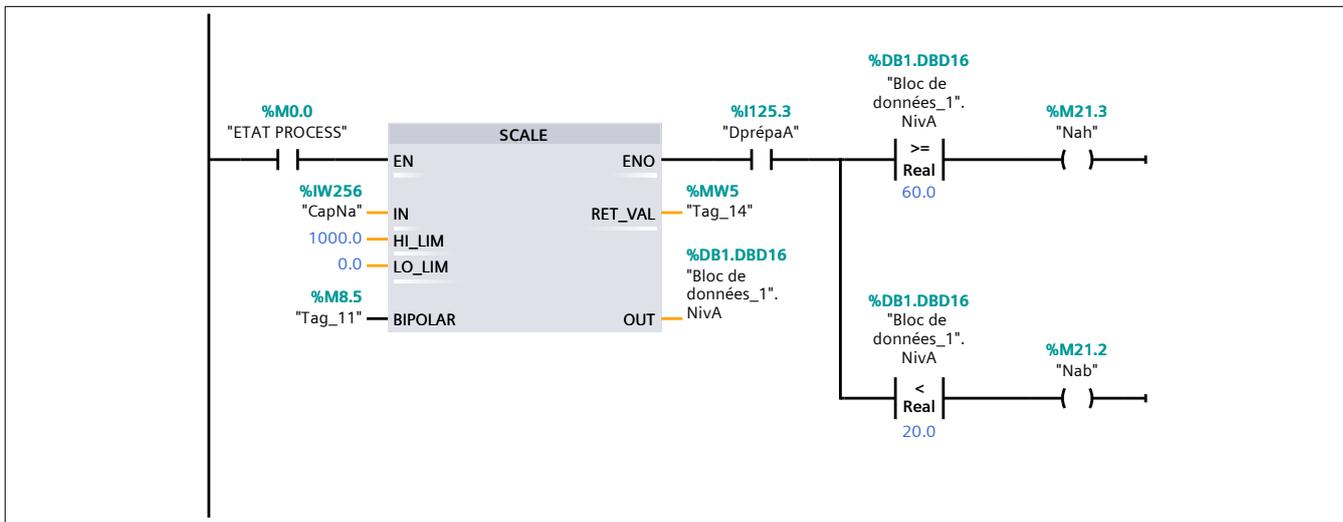
Réseau 12 :



Réseau 13 :



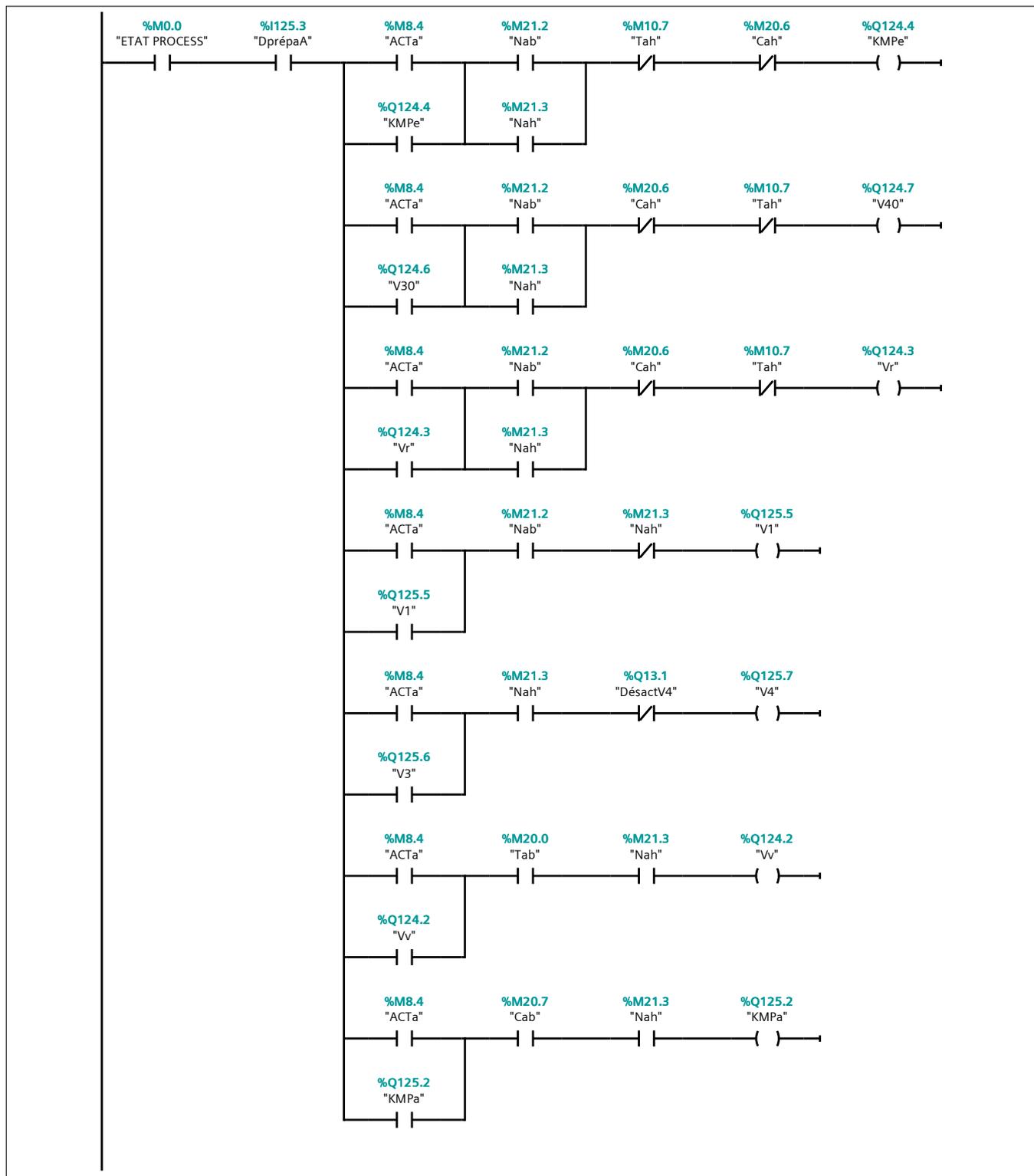
Réseau 14 : Capteur de niveau Acide



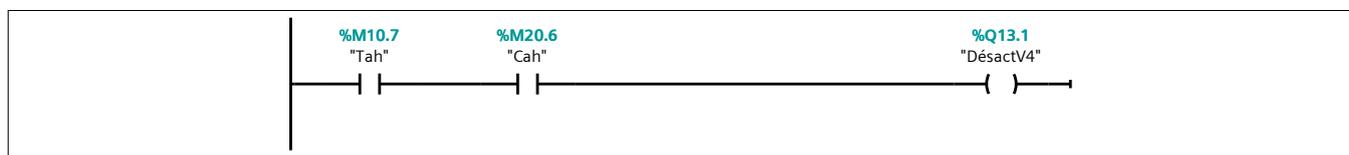
Réseau 15 : Préparation Acide



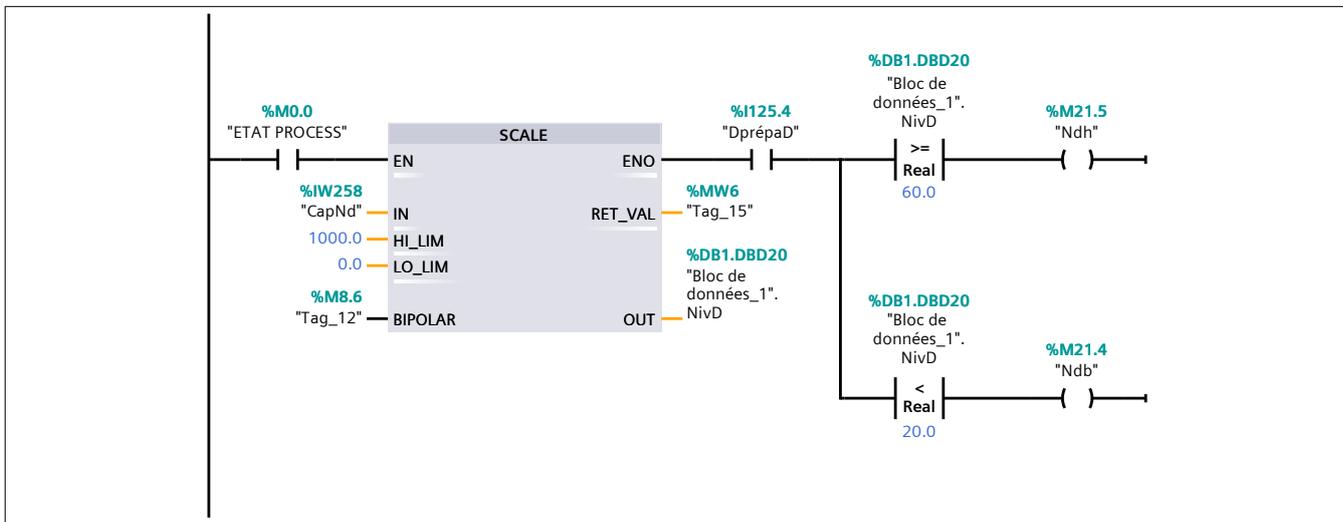
Réseau 16 :



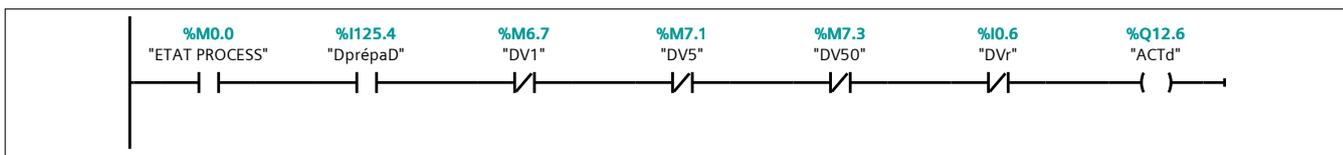
Réseau 17 :



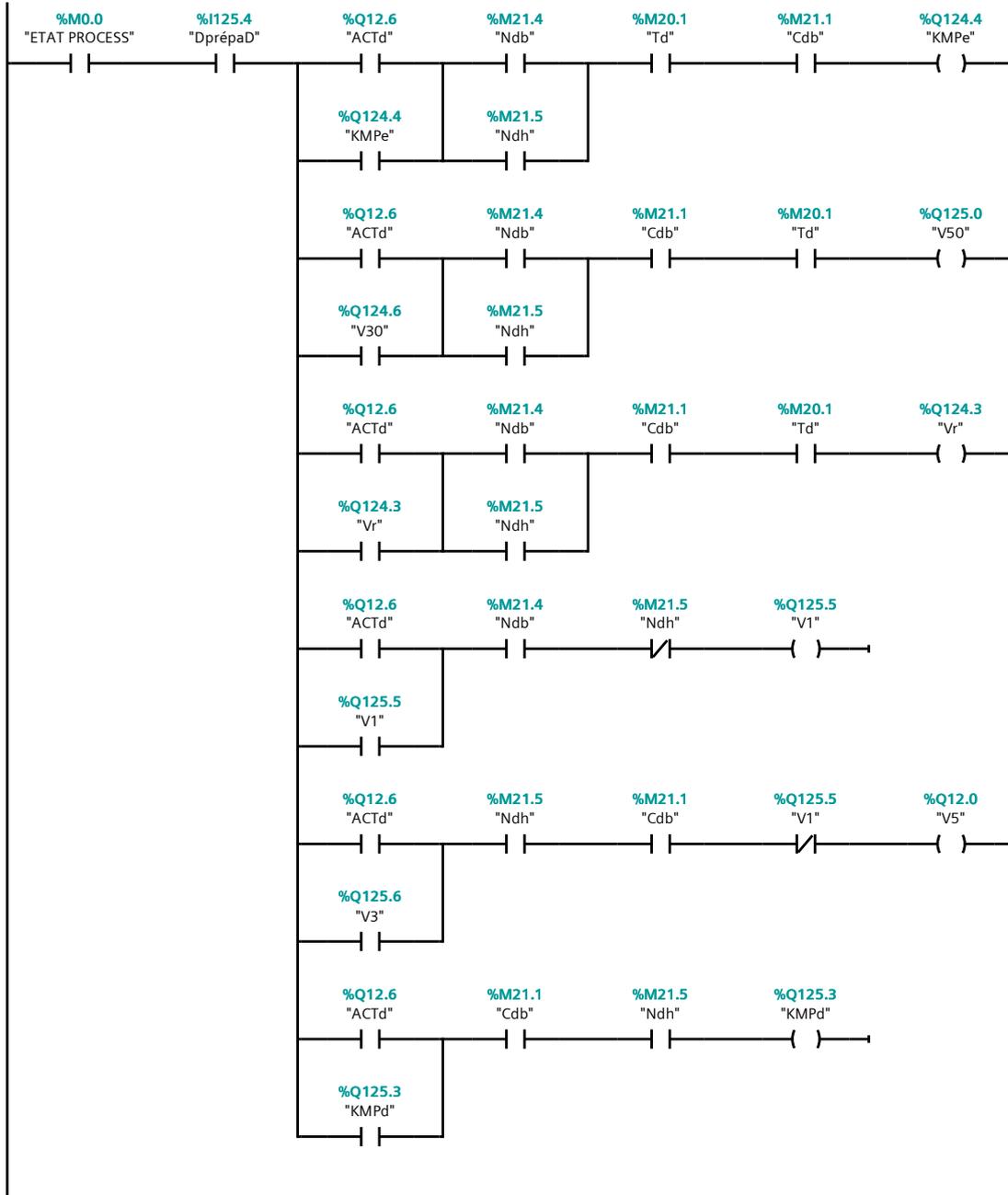
Réseau 18 : Capteur de niveau Désinfectant



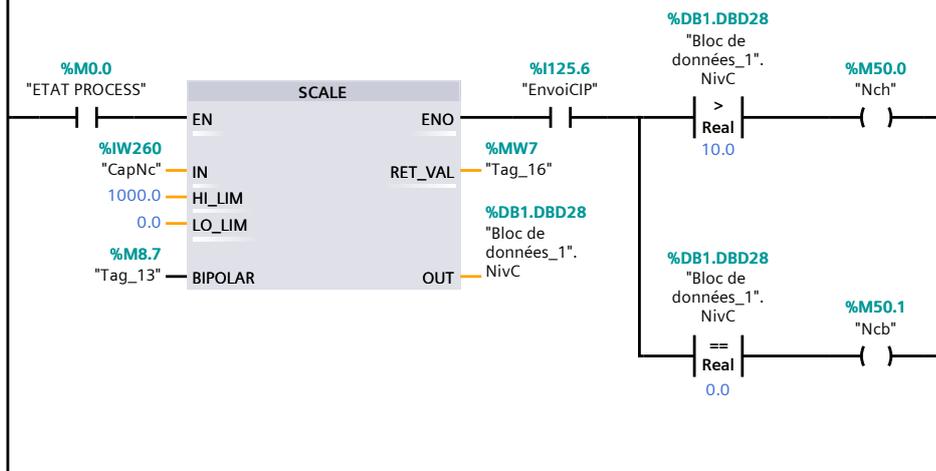
Réseau 19 : Préparation Désinfectant



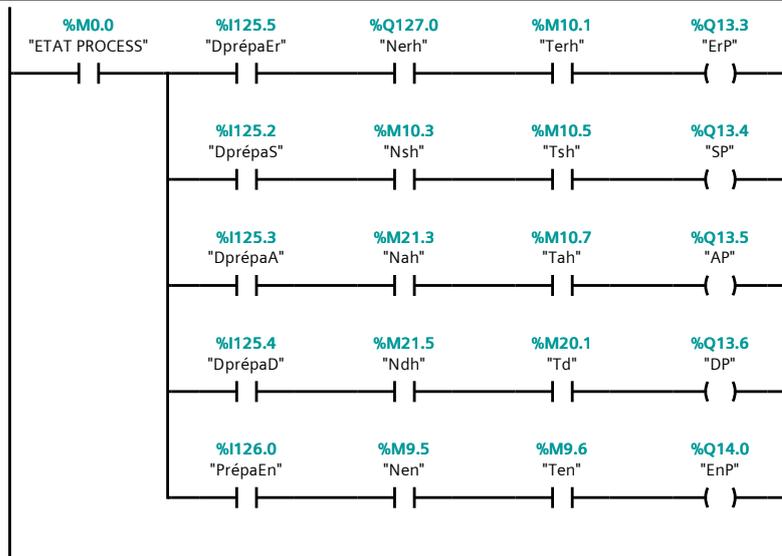
Réseau 20 :



Réseau 21 : Capteur Niveau Cuve

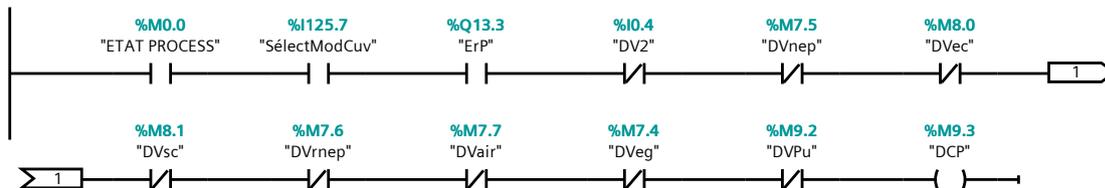


Réseau 22 : Envoi des solutions

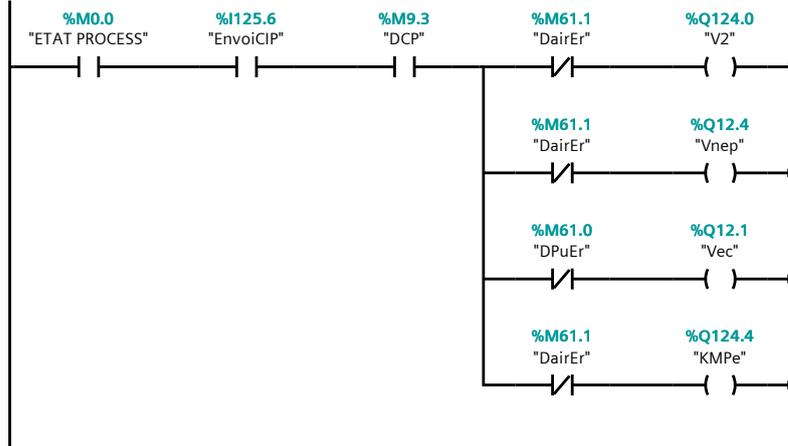


Réseau 23 : Prélavage

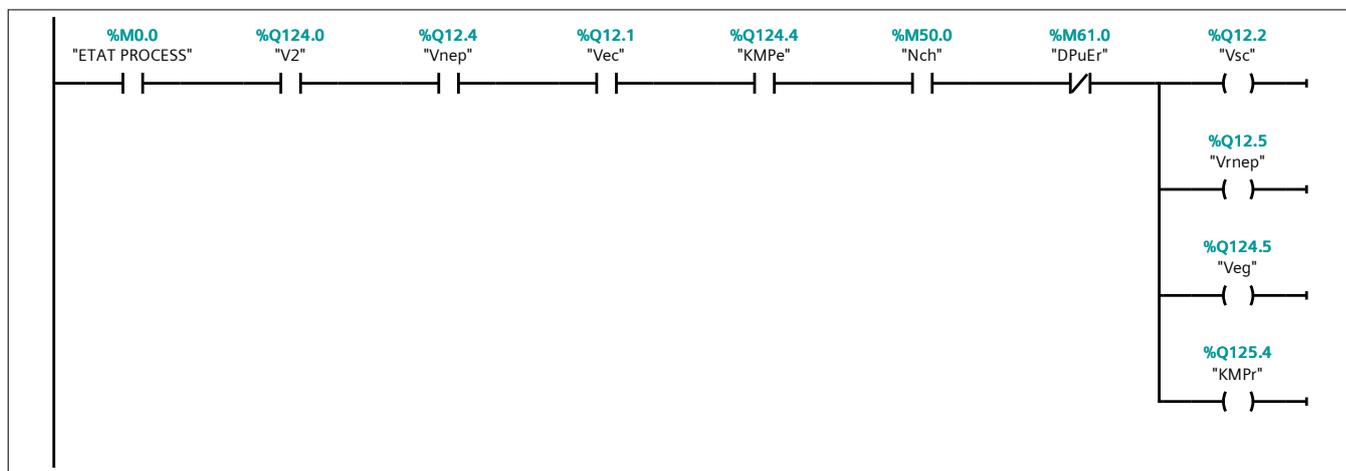
Réseau 23 : Prélavage



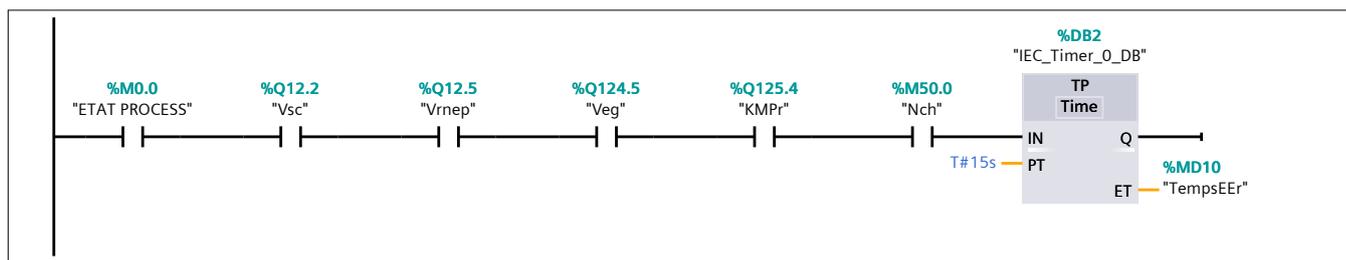
Réseau 24 :



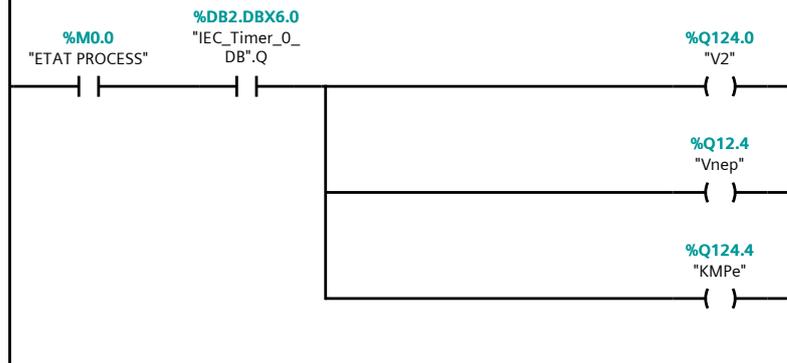
Réseau 25 :



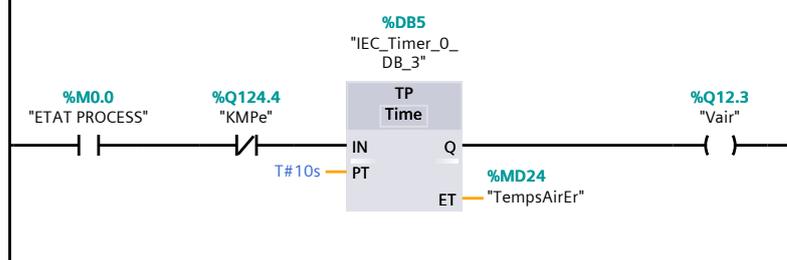
Réseau 26 :



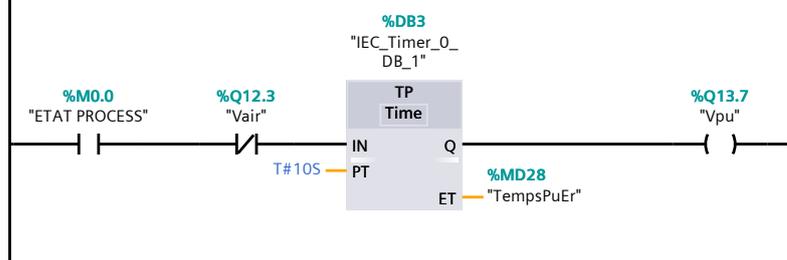
Réseau 27 :



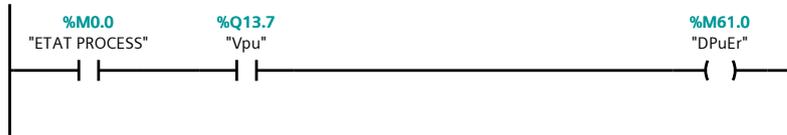
Réseau 28 :



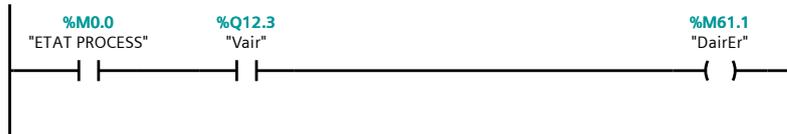
Réseau 29 :



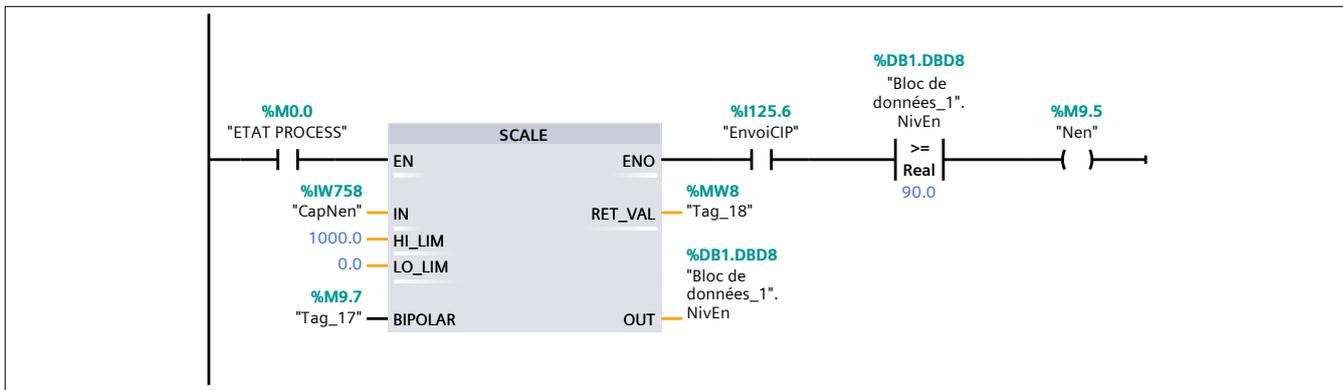
Réseau 30 :



Réseau 31 :

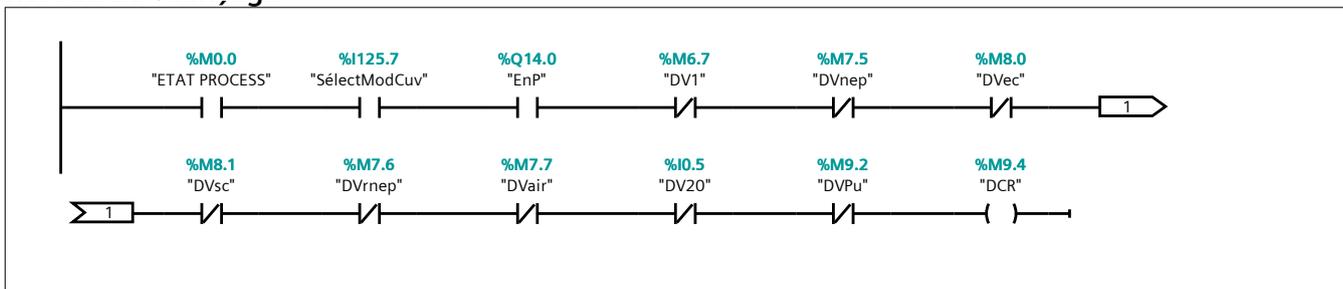


Réseau 32 : Capteur Niveau eau neuve

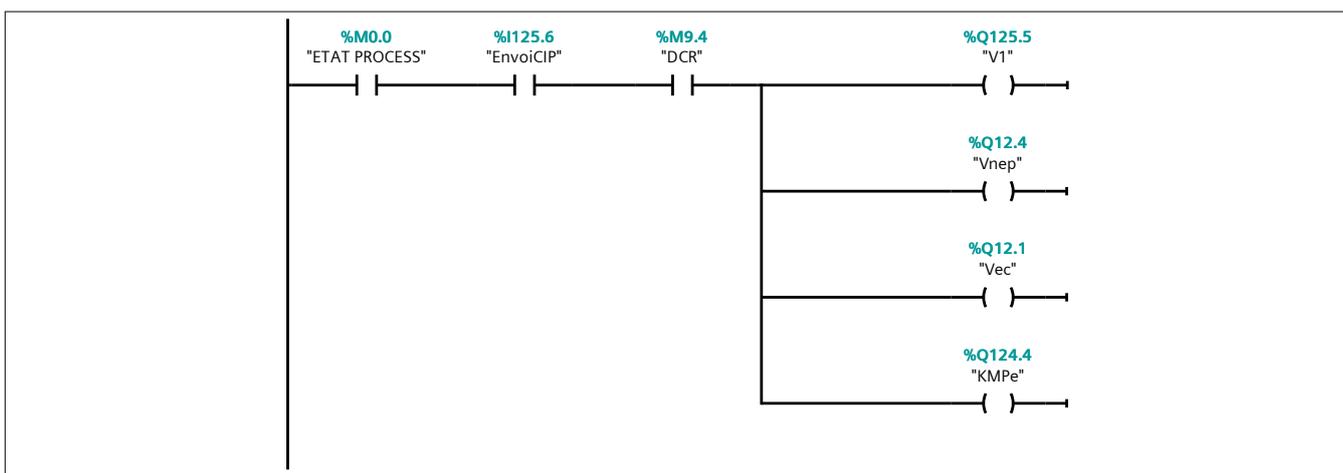


Réseau 33 : Rinçage

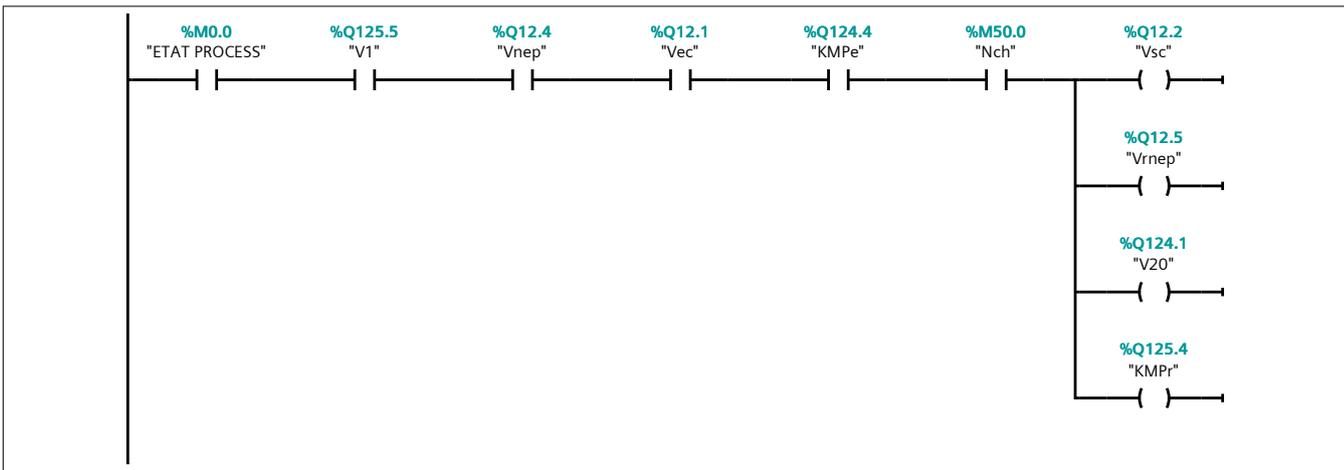
Réseau 33 : Rinçage



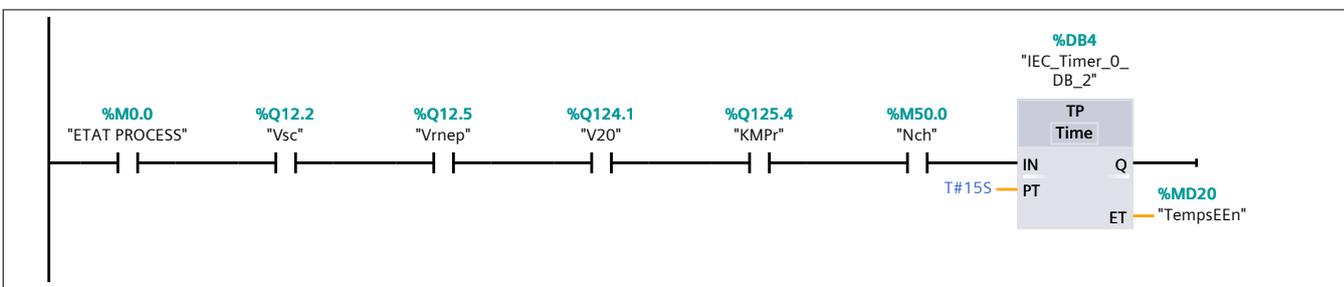
Réseau 34 :



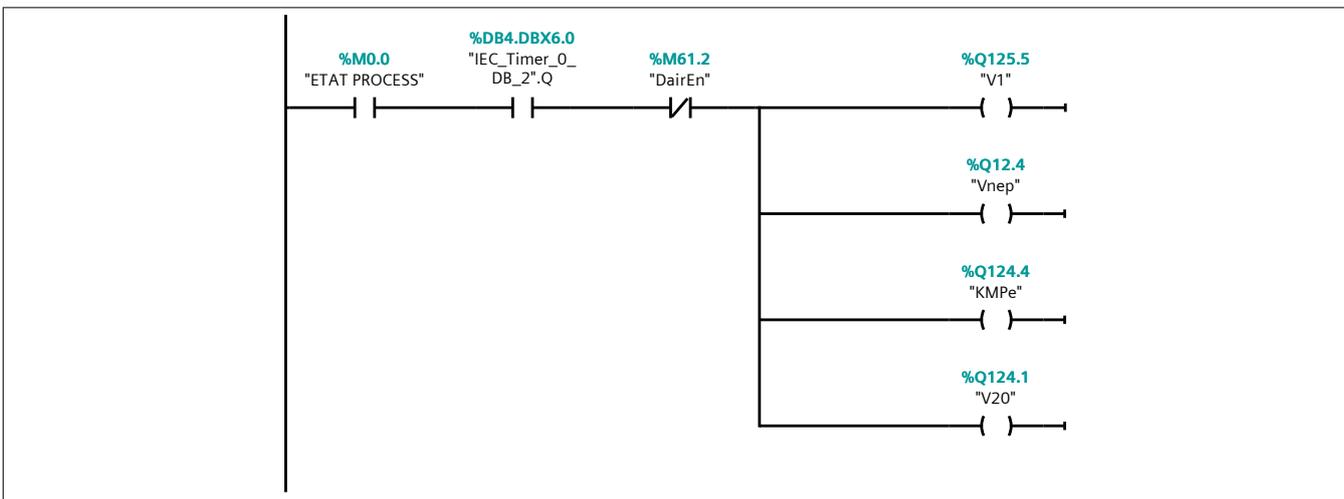
Réseau 35 :



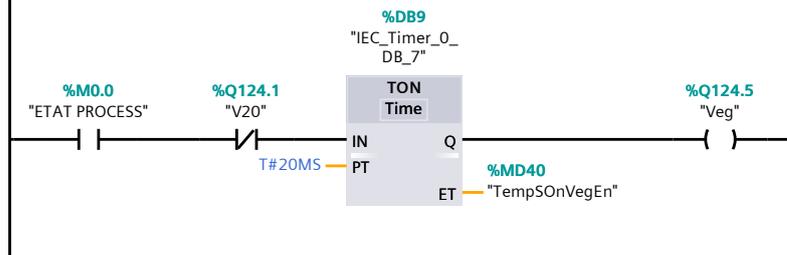
Réseau 36 :



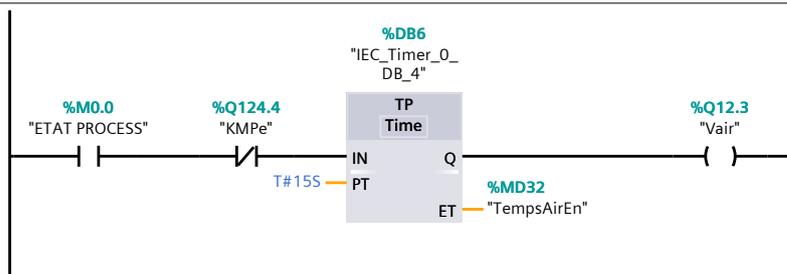
Réseau 37 :



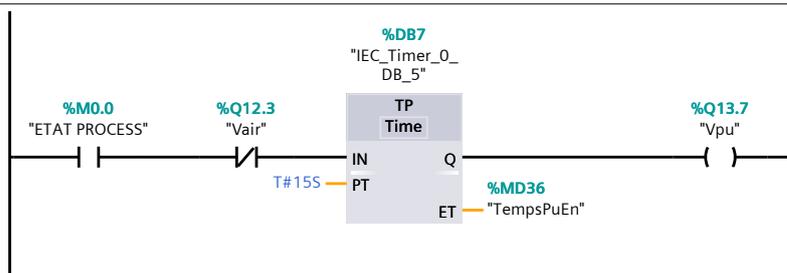
Réseau 38 :



Réseau 39 :

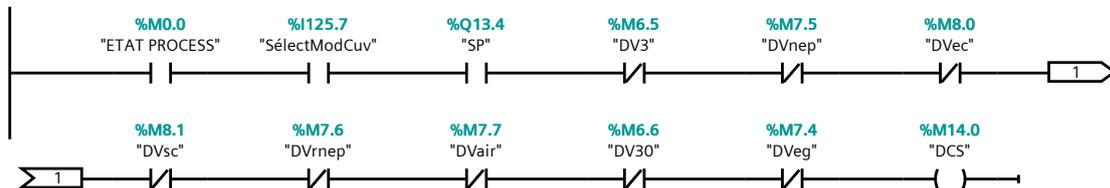


Réseau 40 :

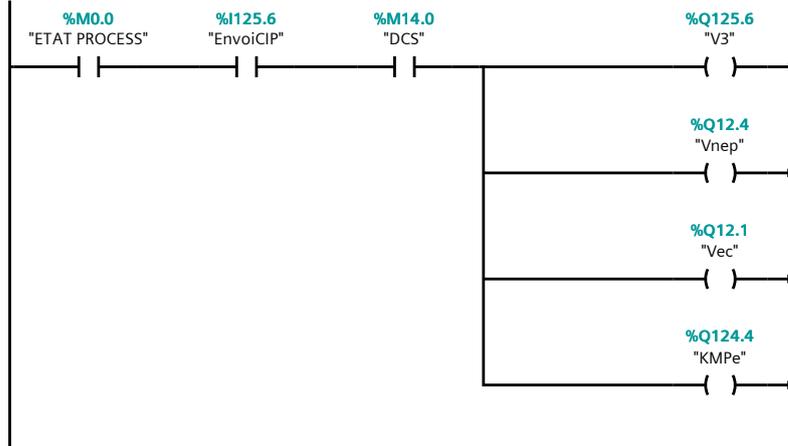


Réseau 41 : Envoi Soude

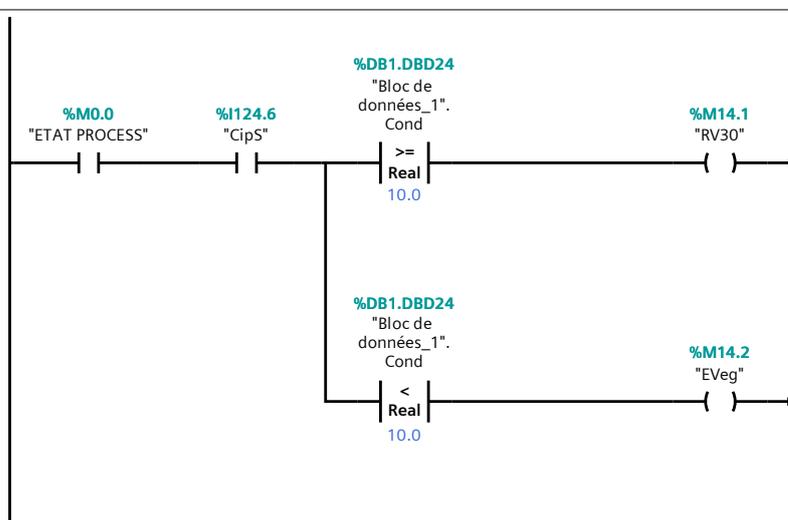
Réseau 41 : Envoi Soude



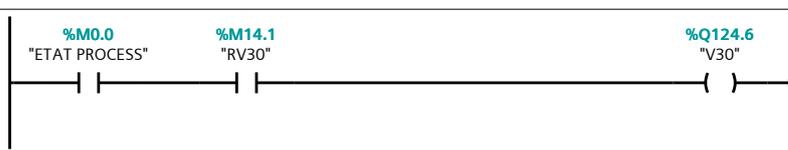
Réseau 42 :



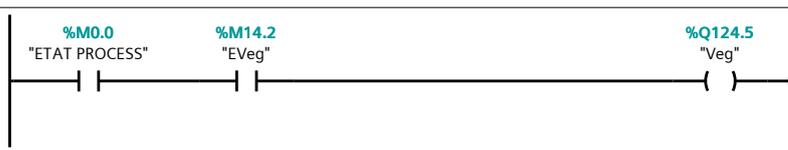
Réseau 43 :



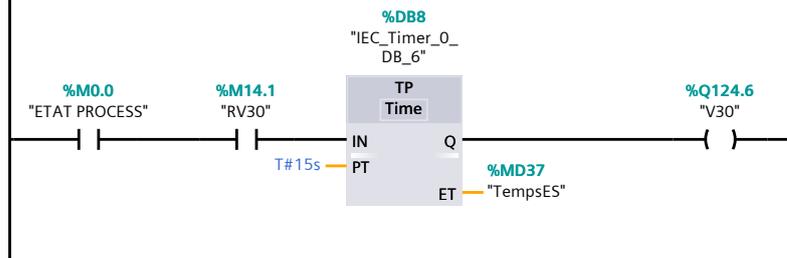
Réseau 44 :



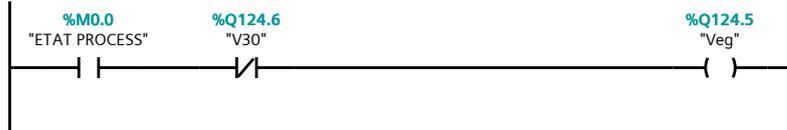
Réseau 45 :



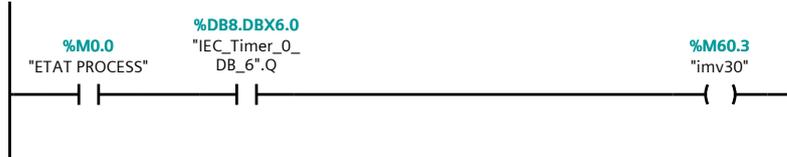
Réseau 46 :



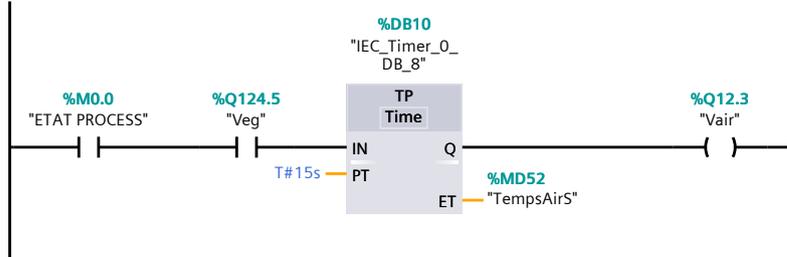
Réseau 47 :



Réseau 48 :



Réseau 49 :

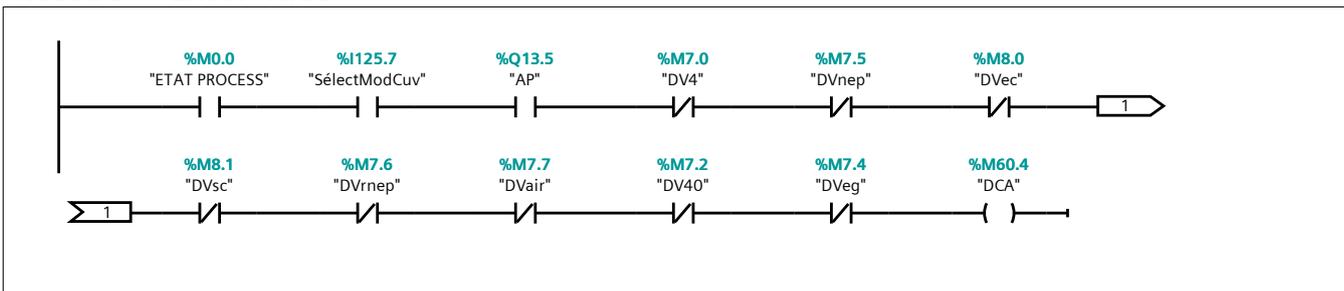


Réseau 50 :

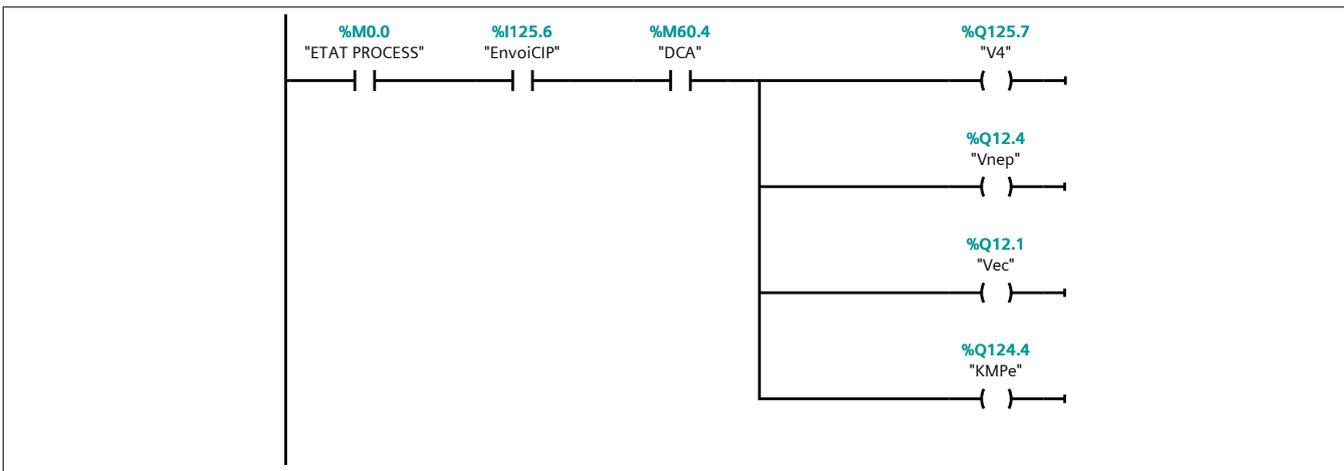


Réseau 51 : Envoi Acide

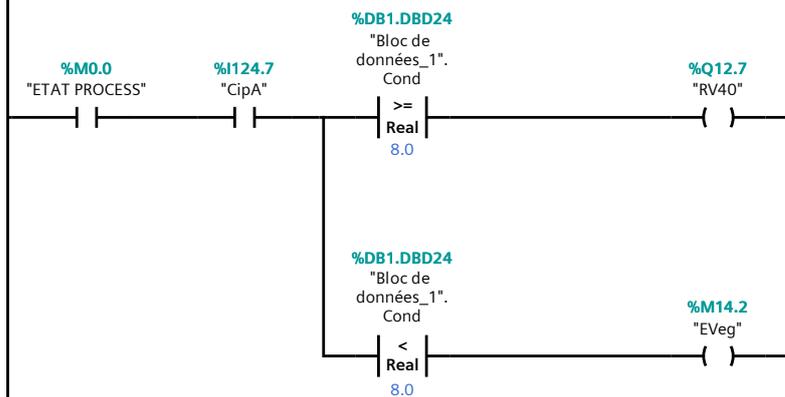
Réseau 51 : Envoi Acide



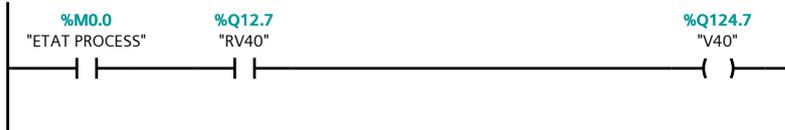
Réseau 52 :



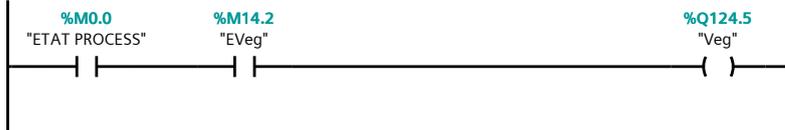
Réseau 53 :



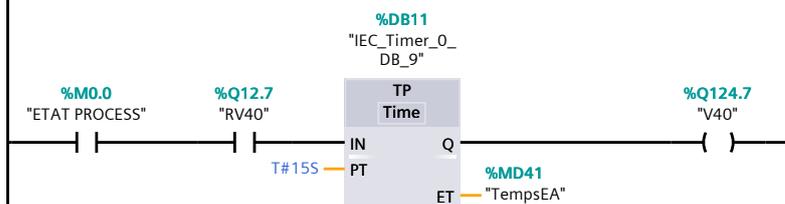
Réseau 54 :



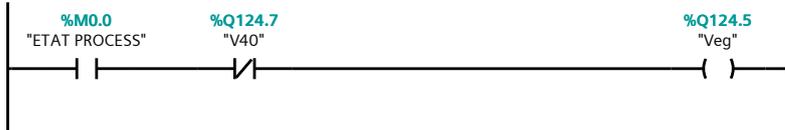
Réseau 55 :



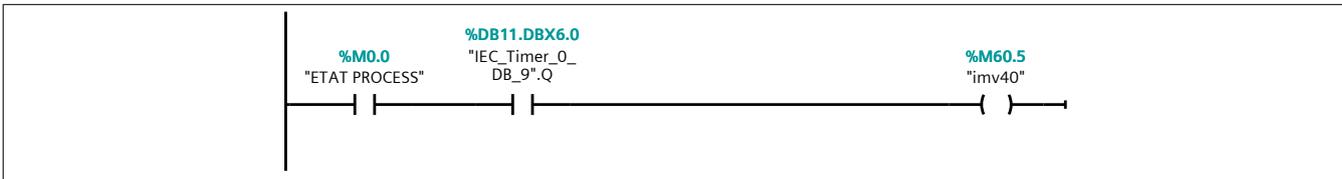
Réseau 56 :



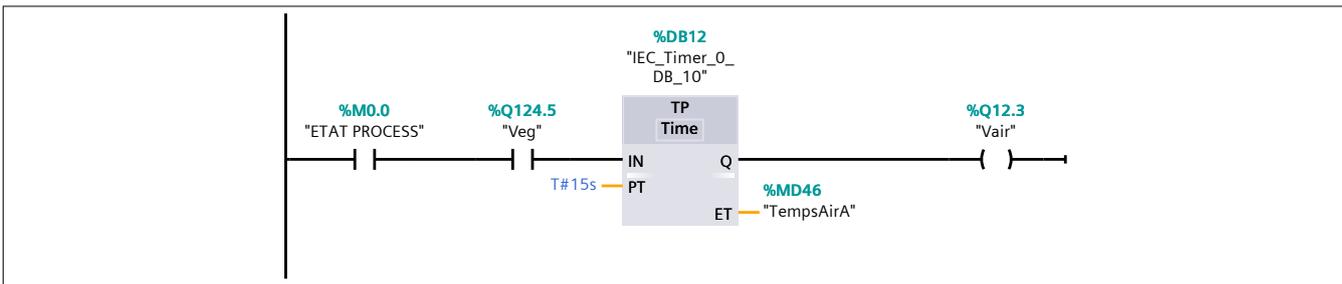
Réseau 57 :



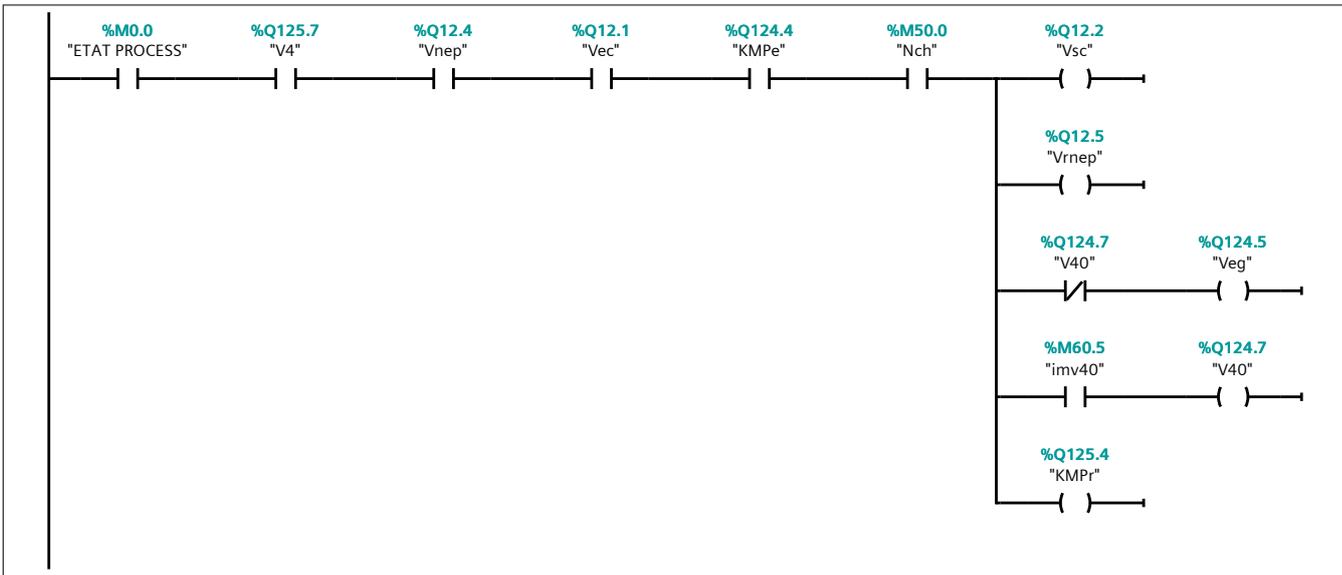
Réseau 58 :



Réseau 59 :

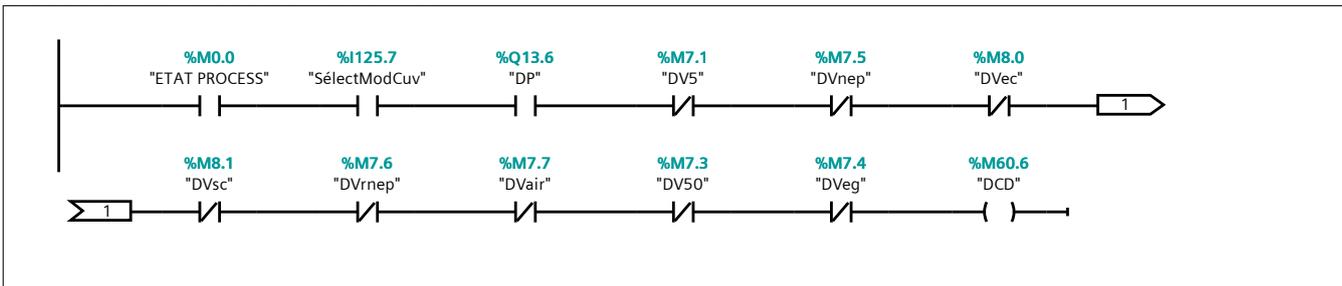


Réseau 60 :

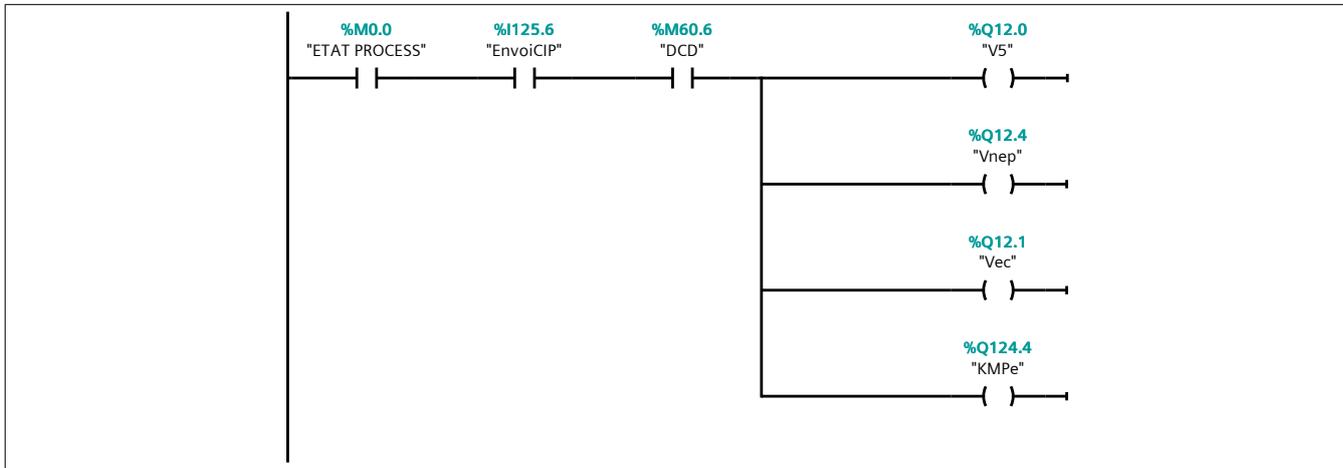


Réseau 61 : Envoi Désinfectant

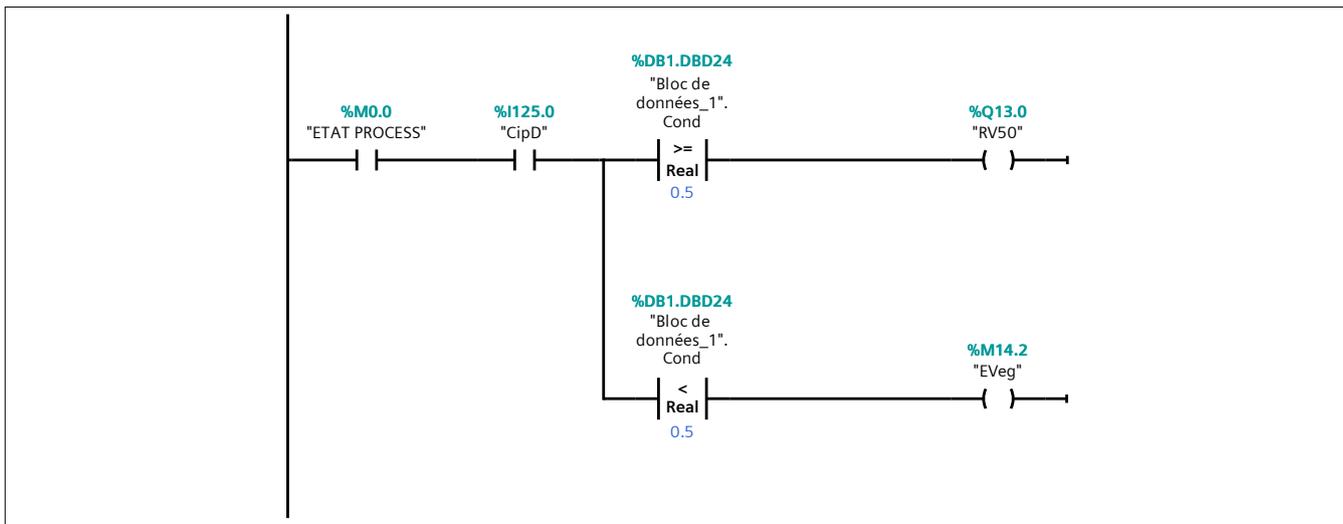
Réseau 61 : Envoi Désinfectant



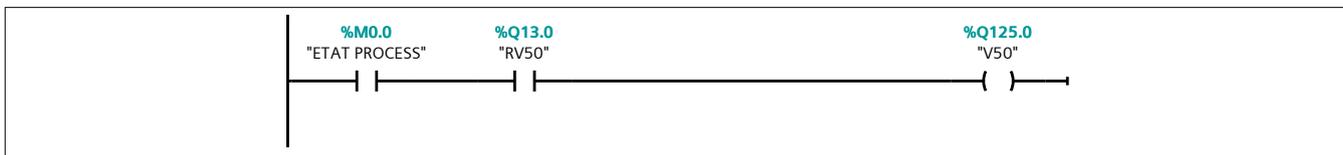
Réseau 62 :



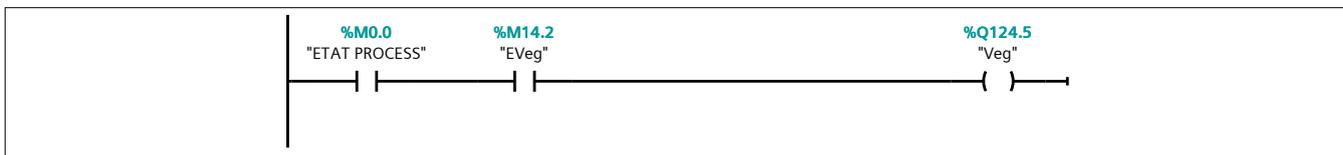
Réseau 63 :



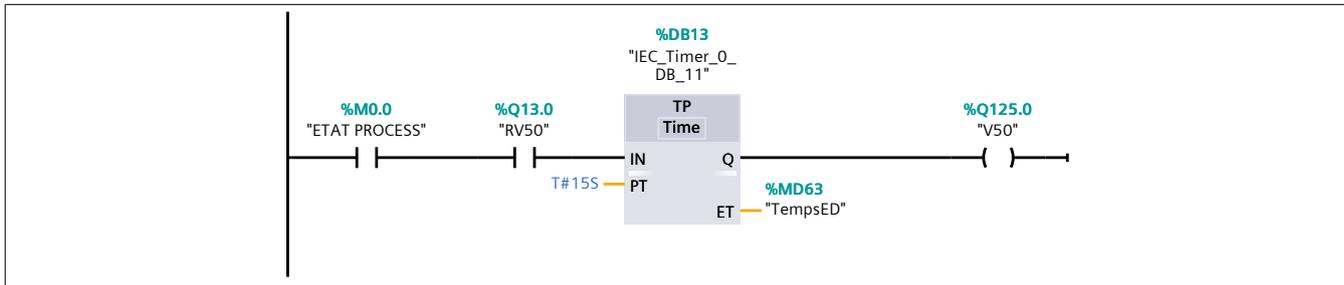
Réseau 64 :



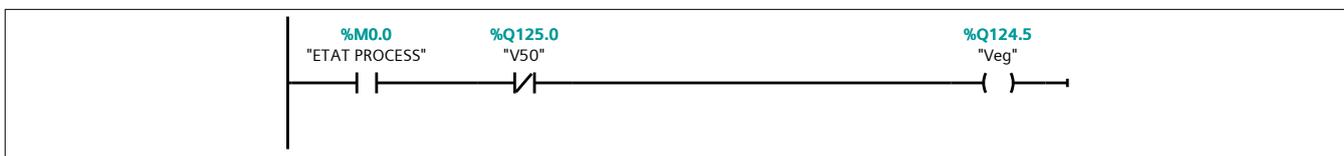
Réseau 65 :



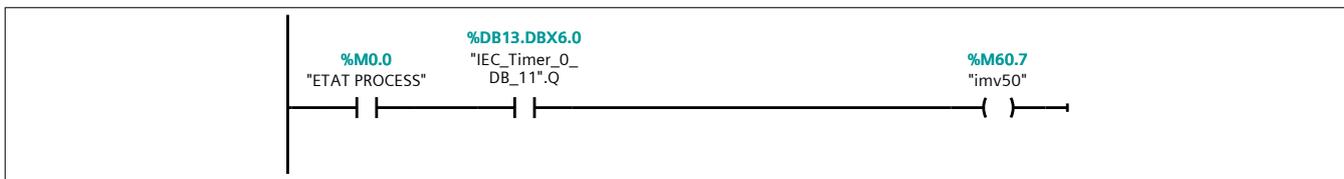
Réseau 66 :



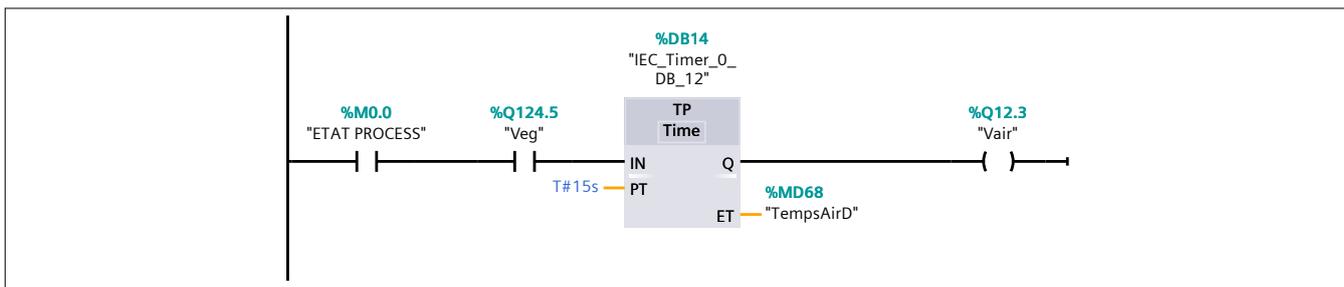
Réseau 67 :



Réseau 68 :



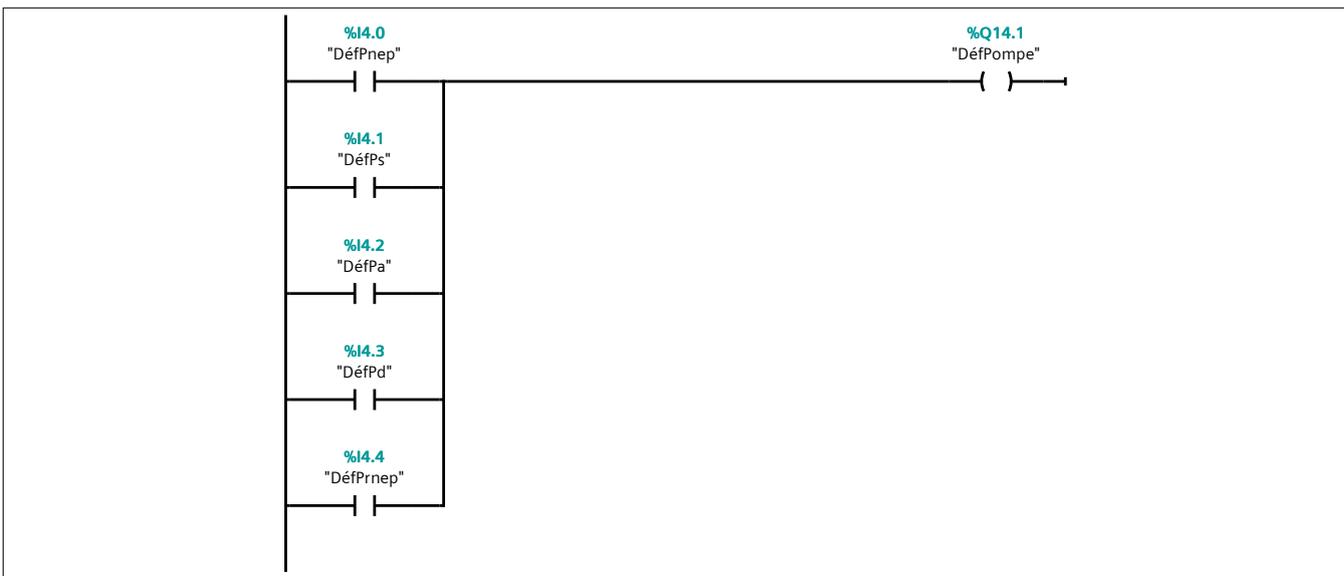
Réseau 69 :



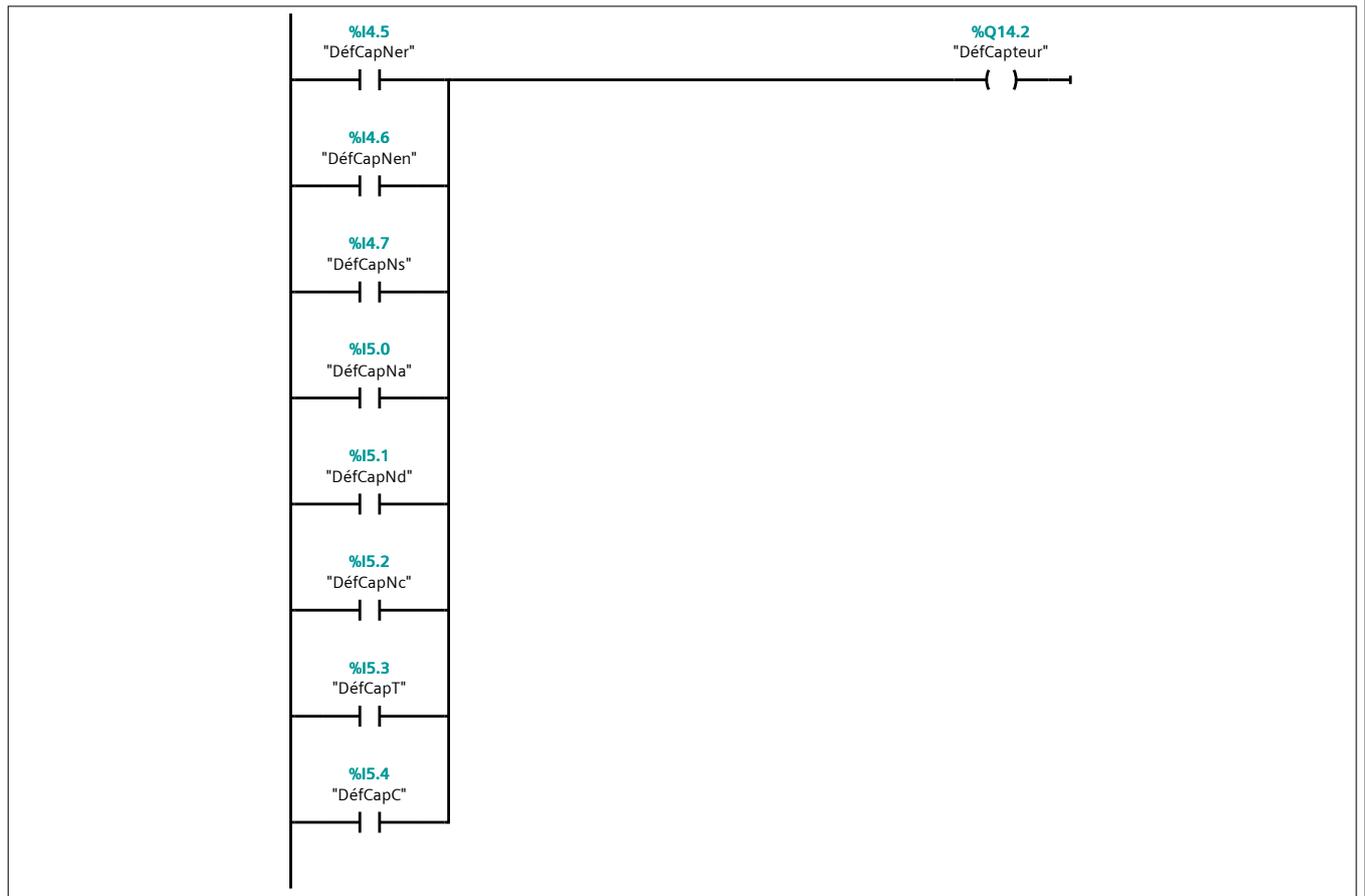
Réseau 70 :



Réseau 71 : Défauts Pompes

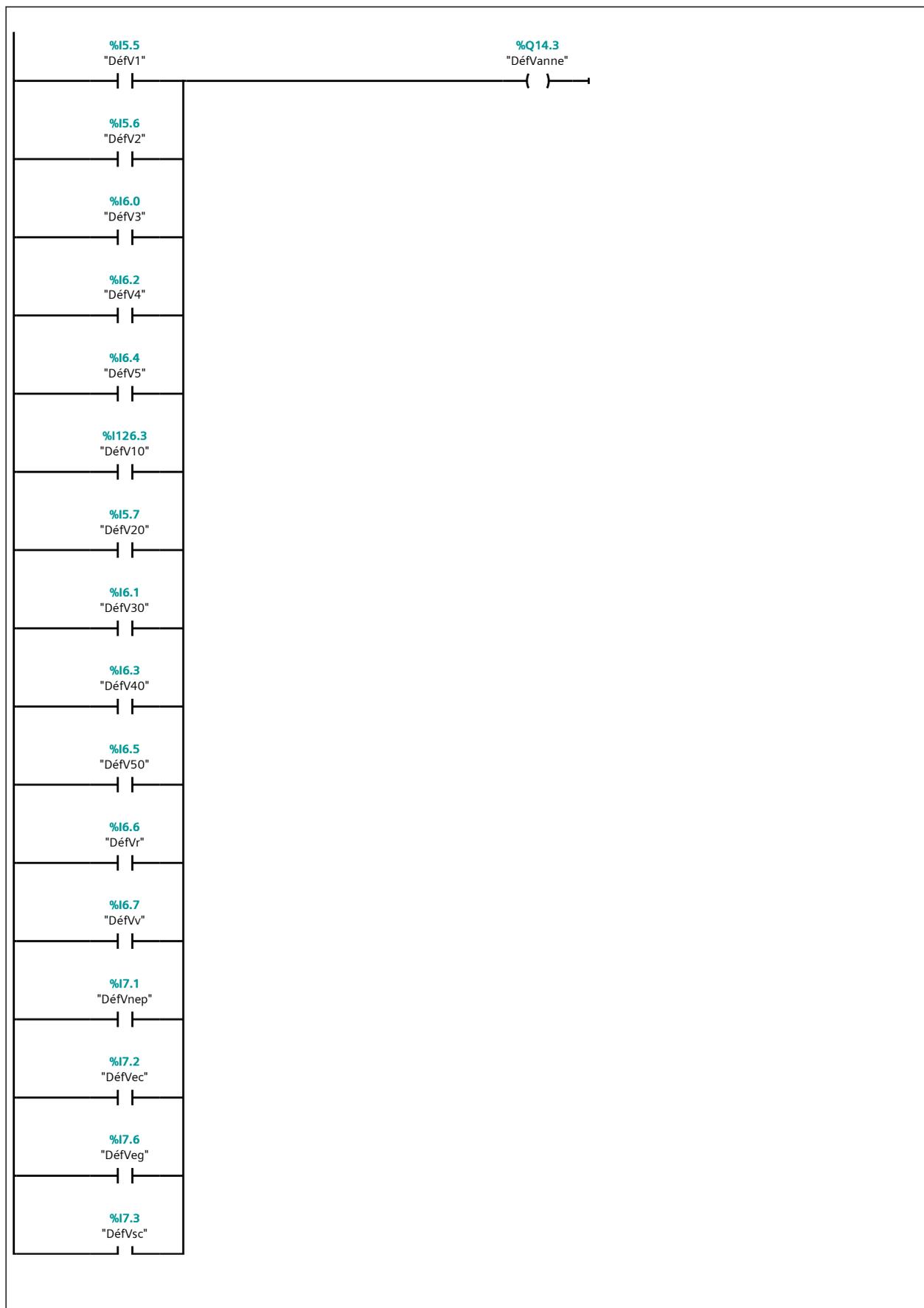


Réseau 72 : Défauts Capteurs



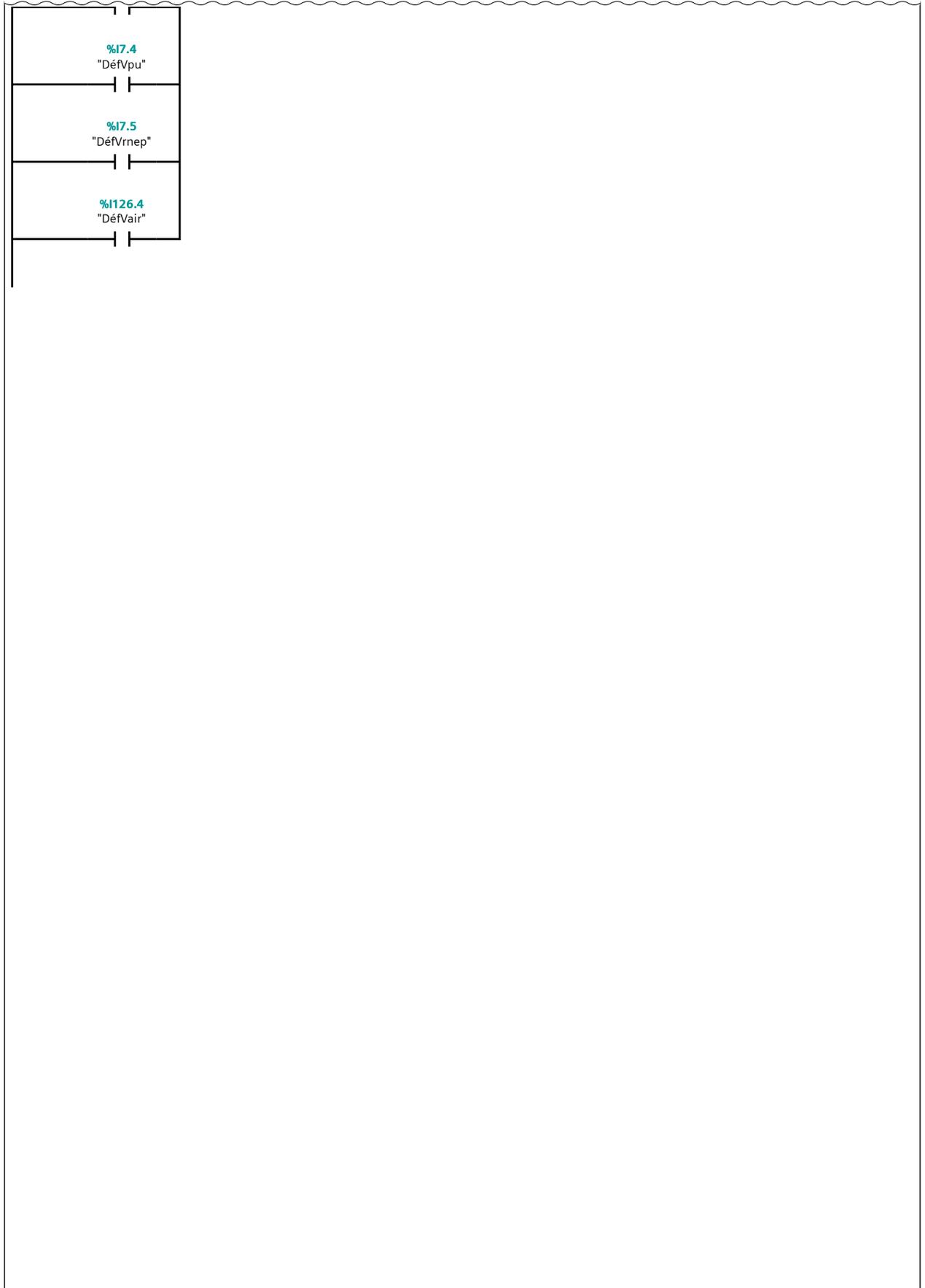
Réseau 73 : Défautes Vannes

Réseau 73 : Défauts Vannes (1.1 / 2.1)

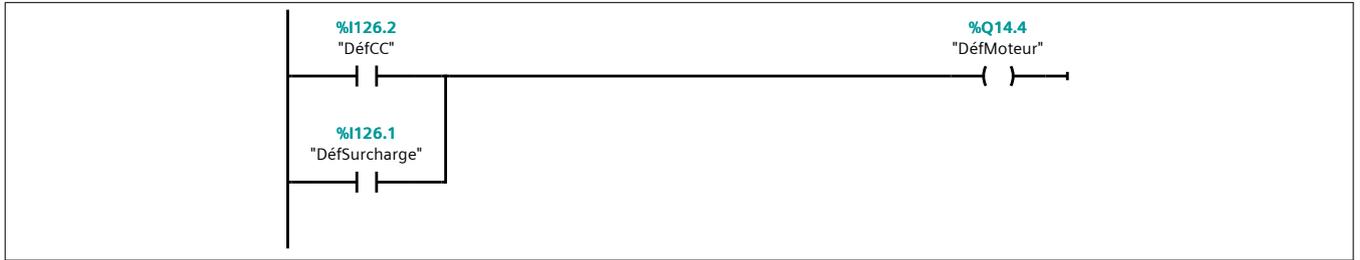


Réseau 73 : Défauts Vannes (2.1 / 2.1)

1.1 (Page1 - 30)



Réseau 74 : Défauts Moteurs



Réseau 75 : Alarmes et sécurité

