

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A/Mira de Bejaia
Faculté de Technologie Département Génie Électrique*

Mémoire de fin de cycle



*En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Electrotechnique
Option :
Automatisme industriel et Electrotechnique industriel*

Thème : *Automatisation et supervision d'une turbine centrifugeuse de
l'entreprise CEVITAL*

Réalisé par:

Mr. BERKANI BILAL

Mr .ISSAADI FAHEM

Promoteur : Mr. ADJATI ARZKI U.A/ Mira Bejaia

Encadreur : Mr. MEDDOURI SACI / CEVITAL Bejaia

2019/2020

REMERCIEMENTS

Ce mémoire a été réalisé à l'Université A-Mira de Bejaia, faculté de Technologie département de Génie Electrique.

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné le Courage et la patience durant toutes ces années d'études, et que grâce à lui ce Travail a pu être réalisé.

Merci à l'ensemble de nos amis(e), qui ont été là pendant les périodes de doute et de stress.

Nous remercierons particulièrement notre promoteur Mr ADJATI ARZKI pour son aide précieuse, ses conseils et pour le temps qu'il nous a consacré tout au long de ce travail.

Nous remercions particulièrement nos encadreurs de stage Mr. MADOURI SACI, pour leur disponibilité, leur conseils et pour l'aide qu'ils nous ont apporté aussi que sur le plan travail que sur le plan moral.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury d'avoir accepté de juger notre travail.

A toutes personnes ayant contribués de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail.

Sommaire

Liste des figures	i
Liste des tableaux	ii
Préambule	iii
Introduction générale	
Introduction générale	01
Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés	
I.1.Introduction	02
I.2 Système automatisé	02
I.2.1 Définitions	02
I.2.2 Objectifs de l'automatisation	02
I.2.3 Structure d'un système automatisé	02
I.2.3.1 Partie opérative	02
I.2.3.2 Partie commande	04
I.2.3.3 Poste de contrôle	06
I.2.4 Avantages et inconvénients d'un système automatisé	07
I.3 Généralités sur les automates programmables industriels API	07
I.3.1 Définition	07
I.3.2 Structure des automates programmables industriels	07
a) Structure externe	07
b) Structure interne	08
I.3.3 Description des éléments interne d'un API	09
a) Processeur	09
b) Mémoire	09
c) Modules d'entrées/sorties	09
d) Alimentation	09
I.3.4 Fonctionnement de la structure interne d'un API	09
I.3.5 Cycle de l'automate programmable	10
I.3.6 Choix de l'automate programmable industriel	10
I.3.7 Langages de programmation pour API	10
I.4 L'automate S7-300	11

I.4.1	Présentation de l'automate S7-300	11
I.4.2	Constitution de l'automate S7-300	12
a)	Module alimentation PS	12
b)	Module unité centrale CPU	12
c)	Module de signaux d'entrées/sorties SM	12
d)	Module de coupleur IM	12
e)	Module de fonction FM	12
f)	Module de communication CP	12
I.5	LOGICIEL TIA (Totally Integrated Automation) Portal	12
I.5.1	Vue de portail et vue de projet	13
a)	Vue du portail	13
b)	Vue du projet	14
I.5.2	Configuration et paramétrage du matériel	15
I.5.3	Adressage des entres/sorties	15
I.5.4	Adresse Ethernet de la CPU	16
I.5.5	Compilation et chargement de la configuration matérielle	16
I.6	Programmation de l'automate	17
I.6.1	blocs de code	17
a)	Blocs d'organisation (OB)	17
b)	Blocs fonctionnels (FB)	17
c)	Blocs de fonctions (FC)	17
d)	Blocs de données (DB)	18
I.6.2	Programmation des blocs	18
I.7	Variables API dans TIA Portal	18
I.7.1	Adresses symboliques et absolues	18
I.7.2	Table des variables API	19
I.7.3	Liaison avec l'automate	19
I.8	Langage Homme Machine	20
I.8.1	Supervision	20
I.8.2	WINCC sur TIA portal	20
I.9	Conclusion	21

Chapitre II : Présentation et fonctionnement d'une turbine centrifugeuse

II.1.Introduction	22
II.2. Atelier des turbines discontinues hautes pureté (HP)	22
II.3. Description des éléments constitutifs d'une turbine discontinue	24
II .3.1. Panier avec moyeu et arbre	24
II .3.2. Le moteur	25
II .3.3. Palier avec accouplement et frein à disque	25
II .3.4. Cuve de la turbine avec charpente de support	25
II .3.5. Séparateur des égouts	26
II .3.6. Obturateur ou vanne de fond	26
II .3.7. Déchargeur	26
II .3.8. Dispositif de clairçage	27
II .3.9. Contrôle de chargement automatique	27
II.3.10. Alimentation en masse cuite	27
II .3.11. Dispositifs de surveillance	28
II.4. Procédé de fonctionnement (cycle d'une turbine)	28
II .4.1. Chargement	28
II.4.2. Accélération	28
II.4.3. Essorage final	29
II.4.4. Décélération	29
II .4.5. Déchargement	29
II .4.6. Lavage écran et préparation au chargement	29
II.5. Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue	30
II.6. Procédures de démarrage /arrêt des turbines	31
II.6.1. Préparation des ateliers	31
II.6.2. Démarrage des turbines discontinues	31
II.6.3. Procédure d'arrêt	32
II.7. Procédures de démarrage dans des cas particuliers	33
II.7.1. En cas de coupure électrique	33
II.7.2. En cas de perte du programme de la turbine	33
II.7.3. En cas de vibration de la turbine	34
II.7.4. En cas de balourd	34
II.7.4.1. Dans le cas ou il n'y a pas de dommage mécanique	34

II.7.4.2. Dans le cas ou il y'a un dommage mécanique	34
II.7.5. En cas de déchirement de la toile	34
II.8. Descriptif des tâches	35
II.8.1. En cas d'arrêt	35
II.8.2. Les tâches quotidiennes	35
II.9. Conclusion	35

Chapitre III : Elaboration des GRAFCETS de la turbine centrifuge

III.1.Introduction	36
III.2.Cahier de charge	36
III.3. GRAFCET globale de point de vue système	37
III.4. GRAFCET évolué	40
III.4.1. GRAFCET de sécurité de la turbine	40
III.4.2.GRAFCET de coordination des tâches « GCT »	41
III.4.3. GRAFCET des tâches	42
a) Tâche 1 : chargement	42
b) Tâche 2 : Accélération	42
c) Tâche 3 : Décélération	43
d) Tâche 4 : déchargement	43
e) Tâche 5 : Lavage d'écran	44
III.5. Conclusion	45

Chapitre IV : Programmation et supervision

IV.1.Introduction	46
IV.2. Elaboration du programme d'automatisation du système	46
IV.2.1. Etapes de réalisation du programme	46
IV.2.2. Configuration et paramétrage du matériel	47
IV.2.3. Création de la table des variables	47
IV.2.4. Les blocs du programme	48
a) Les blocs d'organisation (OB)	48
b) Les blocs de fonctions FC1.....FC5	48
c) Les blocs de données DB3 et DB4	48
IV.3. Programmation des blocs	49

IV.3.1. Bloc FC1	49
IV.3.2. Bloc FC2 (les utilités)	50
IV.3.3 Bloc FC3 (gestion de vitesse)	51
IV.3.4. Bloc FC4 (commande de sorties)	52
IV.3.5. Bloc FC5 (les alarmes)	52
IV.4. Supervision et Simulation	53
IV.4.1. Critères du choix de l'interface IHM	53
IV.4.2. Etapes de mise en œuvre	54
IV.4.2.1. WINCC sur TIA portal	54
IV.4.2.2. Conduite de réalisation de la supervision	54
IV.4.2.3. Configuration et paramétrage du matériel	54
IV.4.3. Création de vue	55
IV.4.3.1. Constitution d'une vue	55
IV.4.3.2. Vue du système	56
IV.5. Conclusion	61
Conclusion générale	
Conclusion générale	62
Bibliographie	
Bibliographie	63
ANNEXES	64

Liste des figures

Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés

Figure I.01	Vérin simple effet	03
Figure I.02	Vérin double effet	03
Figure I.03	Moteur asynchrone	03
Figure I.04	Distributeur 3/2 NF	04
Figure I.05	Distributeur 5/2	04
Figure I.06	Contacteur	05
Figure I.07	Capteur de position	05
Figure I.08	Capteur de niveau	05
Figure I.09	Capteur de vibration	06
Figure I.10	Structure d'un système automatisé	06
Figure I.11	Automate modulaire (Siemens)	08
Figure I.12	Structure interne d'un automate programmable industriel (API)	08
Figure I.13	Mode de représentation des langages de programmation pour API	11
Figure I.14	Constitution d'API S7-300	11
Figure I.15	Vue du portail	13
Figure I.16	Vue du projet	14
Figure I.17	Configuration et le paramétrage du matériel	15
Figure I.18	Adressage des entres/sorties	15
Figure I.19	Adresse Ethernet de la CPU	16
Figure I.20	Compilation et chargement de la configuration matérielle	16
Figure I.21	Fenêtre d'ajout de nouveau bloc	17
Figure I.22	Adresses symbolique et absolue des variables API	18
Figure I.23	Liaison avec l'automate	19
Figure I.24	Vue du WinCC dans TIA portal	20

Chapitre II : Présentation et fonctionnement d'une turbine centrifugeuse

Figure II.1	Atelier des turbines discontinue haute pureté (HP)	23
Figure II.2	Éléments constitutifs d'une turbine discontinue	24
Figure II.3	Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue	30

Chapitre III : Automatisation de la turbine centrifuge

Figure III.1	Grafcet globale de point de vue système	38
Figure III.2	Ordre des grafquets	40
Figure III.3	GRAF CET de sécurité de la turbine	40
Figure III.4	GRAF CET de coordination des tâches du point de vue système	41
Figure III.5	Grafcet de la tâche de chargement	42
Figure III.6	GRAF CET de la tâche accélération	42
Figure III.7	Grafcet de la tâche décélération	43
Figure III.8	Grafcet de la tâche déchargement	43
Figure III.9	Grafcet de la tâche Lavage écran	44

Chapitre IV : Programmation simulation et supervision

Figure VI.1	Présentation de l'API « PLC_1 [CPU 315C-2 PN/DP]».	47
Figure VI.2	Fenêtre d'ajout de nouveau bloc	48
Figure VI.3	Les différents blocs utilisés	49
Figure VI.4	Réseau d'activation de l'étape initiale du grafset général	49
Figure VI.5	Réseau d'activation de la séquence clairçage d'eau	49
Figure VI.6	Réseau d'activation le mode AUTO	50
Figure VI.7	Réseau d'activation du mode Semi-AUTO	50
Figure VI.8	Réseau d'activation du mode MANU	50
Figure VI.9	Réseau d'activation la temporisation de cycle	51
Figure VI.10	Réseau du chargement de la vitesse	51
Figure VI.11	Réseau d'activation de la vitesse N1	51
Figure VI.12	Réseau d'activation des sorties de la vanne d'essorage	52
Figure VI.13	Réseau d'activation alarme d'ouverture de la vanne de clairçage	52
Figure VI.14	Réseau d'activation de l'alarme d'ouverture de la vanne Y9	53
Figure VI.15	Méthode d'ajout d'une interface homme machine	54
Figure VI.16	Représentation de la station interface homme machine	55
Figure VI.17	Création de vue	55
Figure VI.18	Vue générale de la turbine centrifugeuse	56
Figure VI.19	Vue générale de la turbine à l'étape de chargement	57
Figure VI.20	Vue générale de la turbine à l'étape d'accélération	57
Figure VI.21	Vue générale de la turbine à l'étape d'essorage	58
Figure VI.22	Vue générale de la turbine à l'étape décélération	58
Figure VI.23	Vue générale de la turbine à l'étape déchargement	59
Figure VI.24	Vue manuelle	59
Figure VI.25	Vue d'entrées-sorties	60
Figure VI.26	Vue des paramètres	60
Figure VI.27	Vue des alarmes	61

Liste des tableaux

Tableau II.1	Durées moyennes de chaque étape du cycle	30
Tableau III.1	Table des Entrées-Sorties	44
Tableau III.2	Table des Nomenclatures utilisées	45

Préambule

Présentation du complexe CEVITAL

1. Introduction

Cevital est une entreprise industrielle agroalimentaire spécialisée dans le raffinage de l'huile, de sucre, de la production de la margarine et de la production de l'énergie électrique avec une capacité de 64 MW ainsi que de la vapeur.

CEVITAL constitue avec certains autres groupes privés un modèle de réussite industrielle dont la notoriété dépasse les frontières nationale, elle a fait appel aux leaders mondiaux pour chaque type de marché et d'équipement faisant de ce complexe l'un des plus performants et moderne en Algérie.

2. Historique

CEVITAL SPA, est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée du pays en économie de marché où elle est créée à partir des fonds privés en 1998.

Le complexe contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché nationale et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité, notamment les huiles, les margarines et le sucre qui sont commercialisés aujourd'hui dans plusieurs pays européen, au Maghreb, au moyen orient et en Afrique de l'ouest.

3. Missions et objectifs

Le groupe CEVITAL est doté d'une usine mécanisée avec des équipements de haute technologie, ce qui le rend actuellement l'un des groupes industriels les plus importants d'Algérie.

Cette entreprise a pour mission principale, le développement de la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Enfin les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national ;
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brute
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail ;
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses ;
- La modernisation de ses installations en termes de machines et techniques pour augmenter le volume de sa production ;
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

4. Activité de CEVITAL

Le complexe est lancé en mai 1998, il a débuté avec le conditionnement d'huile en décembre 1998, en février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, cette dernière est devenue fonctionnelle en aout 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production des huiles végétales, de La margarine et de sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique, enfin ces activités principales se présentent comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/jour) ;
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET): Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600 tonnes/jour) ;
- Deux raffineries du sucre (2000 tonnes/jour) et (3000 tonnes/jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes) ;
- Bâtiment d'hydrogénation en cours de réalisation ;
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude ;
- Cogénération (production de la vapeur et de l'énergie électrique avec une capacité de 64MW).

5. Situation géographique

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaïa à 3km du Sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN26. Une situation géographique la faisant profiter de cet avantage de proximité économique avec une gare ferroviaire, un port et un aéroport à proximité



Figure 1 : plan de masse du complexe CEVITAL

Introduction générale

Le besoin continu d'une production industrielle et le développement des systèmes automatisés augmentent considérablement la productivité. Les systèmes et les moyens de production font appel à des commandes programmées qui permettent une grande souplesse d'exploitation.

L'unité de production de sucre de CEVITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Dans tout le processus de production de la raffinerie du sucre, les différentes étapes de raffinage sont assurées par un matériel automatisé où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assurent le bon fonctionnement de la chaîne de production.

L'objet de cet essai est l'étude de la cristallisation haute produit, exactement, la turbine centrifugeuse qui sépare les cristaux de la liqueur mère, qu'on appelle égout qui contient encore du sucre cristallisable qui sera recyclé pour réaliser une nouvelle cristallisation.

Structuré en quatre chapitres, notre travail illustre bien les principales étapes de l'analyse d'un processus industriel. Le premier chapitre est consacré aux généralités sur l'automatisme et le deuxième chapitre donne une présentation et explique le fonctionnement de la turbine, par contre le troisième chapitre est entièrement consacré à l'étude des graphes caractérisant le fonctionnement de la turbine. La programmation, la simulation et la supervision du fonctionnement via un automate de S7-300 et le nouveau logiciel d'ingénierie de Siemens (TAI Portal V15) font l'objet du chapitre quatre, avant de couronner le travail par une conclusion générale où quelques perspectives sont mises en exergue.

Chapitre I

Généralités sur les systèmes automatisés

I.1.Introduction

L'automate programmable industriel API est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes dans tous les domaines industriels. Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initial à une situation finale se fait sans intervention humaine, cette automatisation conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats et évite à l'homme des tâches pénibles et répétitives. La conception d'un programme pour un automate programmable industriel nécessite des connaissances de base en matière d'automatisme.

Dans ce chapitre nous allons présenter les systèmes automatisés avant de décrire les automates programmables industriels d'une manière générale et particulièrement l'automate S7-300 de Siemens, ainsi que le nouveau logiciel TIA Portal V15.

I.2 Système automatisé

I.2.1 Définitions

L'automatisation est un dispositif que l'on substitue à un opérateur humain pour le fonctionnement d'une machine ou d'une installation industrielle. Le rôle de l'opérateur dans une installation automatisée est de spécifier les consignes et d'intervenir dans le cas de nécessité.

I.2.2 Objectifs de l'automatisation

- Produire à qualité constante ;
- Fournir les quantités nécessaires ;
- Augmenter la productivité ;
- Améliorer les conditions de travail ;
- Eliminer certaines tâches manuelles et dangereuses.

I.2.3 Structure d'un système automatisé

I.2.3.1 Partie opérative

Les actionneurs agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre, afin de lui donner une valeur ajoutée.

Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système et généralement la partie opérative est constituée de plusieurs actionneurs à savoir :

a) Vérin à simple effet (entrée par ressort)

Ils sont utilisés lorsque la puissance pneumatique n'est requise que dans le sens de la sortie de la tige du vérin. C'est la force de compression du ressort de rappel qui permet au piston d'effectuer sa source de rentrée. Cette force est toujours opposée à la sortie de la tige et doit donc être considérée lors des calculs de dimensionnement du vérin. Les vérins à simple effet sont généralement commandés par un distributeur 3/2.

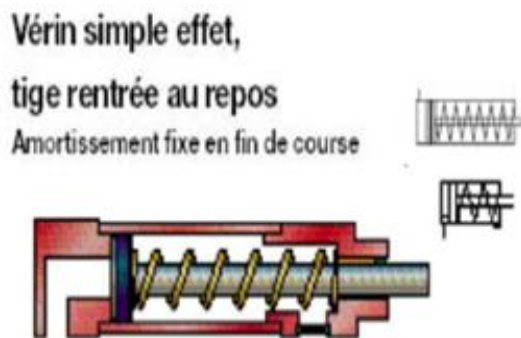


Figure I.1 : Vérin à simple effet

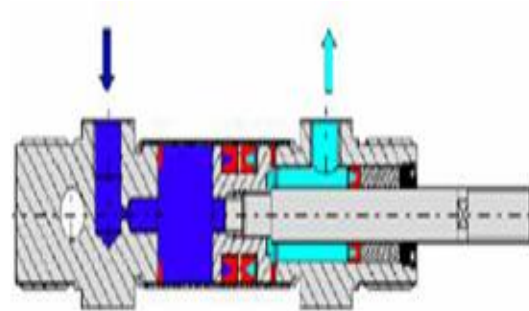


Figure I.2 : Vérin à double effet

b) Vérin à double effet

Les vérins à double effet sont utilisés lorsque la puissance pneumatique est requise dans les deux sens de mouvement de la tige du vérin. A cause de la présence de la tige sur un côté de piston, les surfaces sur lesquelles la pression est appliquée ne sont pas les mêmes de chaque côté. Cela implique, une différence de poussée selon que le vérin effectue sa source de sortie ou sa source de rentrée. De plus, si la même pression est appliquée de chaque côté du piston, la tige du vérin sortira [12].

c) Moteurs électriques asynchrones



Figure I.3 : Moteur asynchrone

Les moteurs asynchrones, appelés aussi moteurs à induction constituent plus de 60% des machines tournantes qui assurent la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique. Les moteurs asynchrones, et surtout les moteurs à cages sont les plus utilisés dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de sa facilité de mise en œuvre, de son faible encombrement, de son bon rendement et de son excellente fiabilité.

I.2.3.2 Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative, les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs, ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance et les actionneurs, les pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc de traitement des informations, celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et de son programme de gestion des tâches, elle va commander les pré-actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication

La Partie commande est constitué de plusieurs éléments à savoir:

a) Distributeur 3/2 NF

Les distributeurs à 3 orifices et à 2 positions sont utilisés pour commander le fonctionnement des récepteurs à simple effet. Ils sont aussi utilisés comme capteur de fin de course. [12]



Figure I.4 : Distributeur 3/2 NF



Figure I.5 : Distributeur 5/2

b) Distributeur 5/2

Les distributeurs à 5 orifices et à 2 positions servent à commander les réceptions à double effet. Ils sont munis de deux orifices de travail reliés au récepteur, d'un orifice d'alimentation en air comprimé et de deux orifices d'échappement en position de repos, l'orifice de travail du distributeur 5/2 est alimenté en air comprimé alors que le deuxième orifice est relié à l'un des deux orifices d'échappement. Lorsque la commande de la distribution est actionnée, le quatrième orifice est relié au deuxième orifice d'échappement et le deuxième orifice est alimenté en air comprimé, ce qui inverse le mouvement du récepteur.

c) Contacteur

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service. Il a la même fonction qu'un relais électromagnétique, avec la différence que ses contacts sont prévus pour supporter un courant plus important

Le contacteur de puissance est utilisé pour la commande de moteur industriel, de résistance de chauffage, circuit de grande puissance en général. Il est repéré dans les schémas électriques par KM aussi bien pour la bobine que pour les contacts [12].



Figure I.6: Contacteur

d) Variateur de vitesse siemens S 150

Les variateurs en armoire SINAMICS S150 se distinguent par leur compacité, leur modularité et leur maintenabilité. Ces variateurs en armoire offrent la possibilité de montage de composants côté réseau et moteur ainsi que d'appareils de surveillance supplémentaires.

e) Capteur de position

On utilise les capteurs de position pour obtenir une position absolue. Les capteurs de positions relatives seront traités comme capteurs de vitesse, et pour connaître la distance.



Figure I.7 : Capteur de position



Figure I.8 : capteur de niveau

f) Capteur de niveau

Le capteur de niveau est utilisé dans de nombreux et divers domaines, qui permettent de mesurer la hauteur du matériau, en général du liquide, dans un réservoir ou un autre récipient. Il existe deux types d'informations relatives au niveau soit la mesure continue ou la détection de seuil [12].

g) Capteur de vibration de type PCH 1240/CHF5213

Cet appareil de mesure a été construit et testé conformément à la recommandation IEC 61010 qui correspond aux conditions de sécurité pour les appareils de mesure électronique de la classe III.



Figure I.9 : Capteur de vibration

I.2.3.3 Poste de contrôle

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système. Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyant, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).

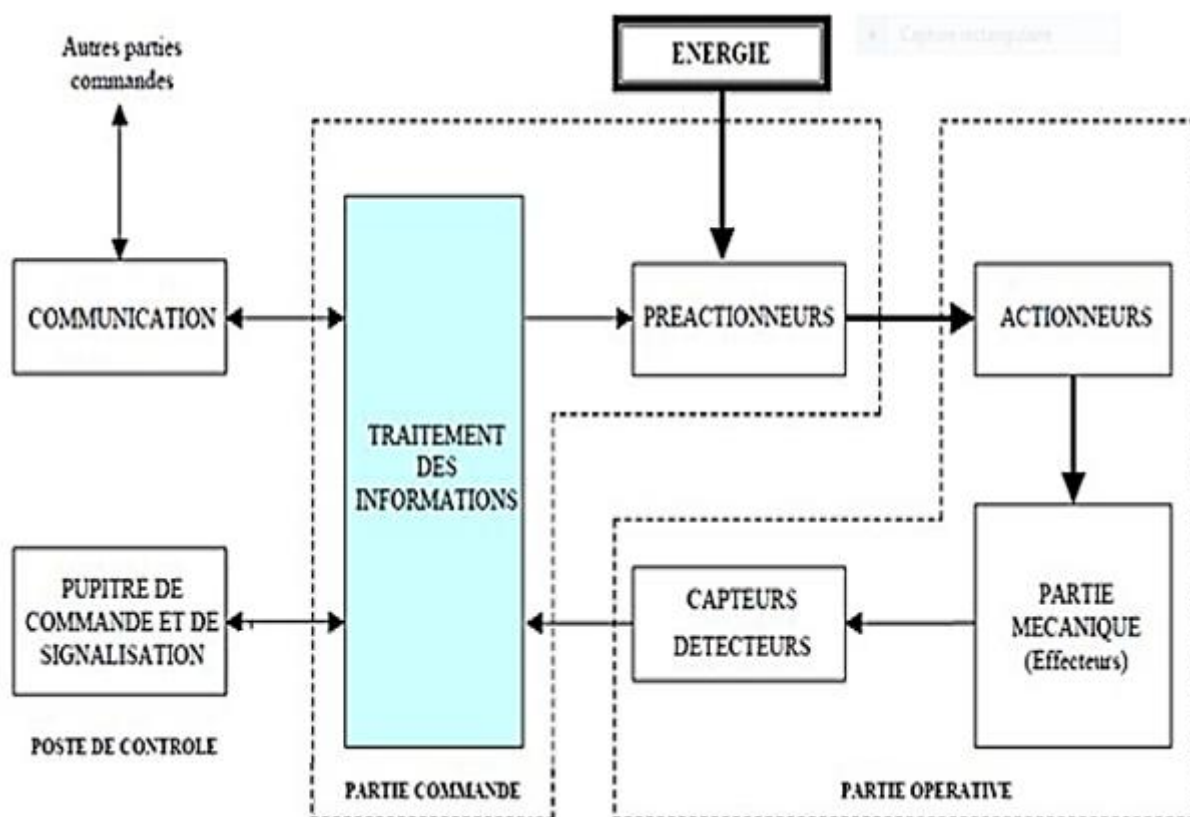


Figure I.10 : Structure d'un système automatisé [1]

I.2.4 Avantages et inconvénients d'un système automatisé

a) Les avantages

- Capacité de production accélérée;
- Aptitude à convenir à tous les milieux de production;
- Souplesse d'utilisation.

b) Les inconvénients

- Coût élevé du matériel;
- Maintenance doit être structurée;
- Suppression d'emplois.

I.3 Généralités sur les automates programmables industriels API

I.3.1 Définition

L'API est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande des pré-actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

L'API se distingue clairement des outils informatiques à savoir qu'il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs et est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères et sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme.

I.3.2 Structure des automates programmables industriels

a) Structure externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

➤ Type compact

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties, selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide entrées/sorties analogiques ...).

Ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes [1].

➤ Type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le " fond de panier " (bus plus connecteurs) [1].

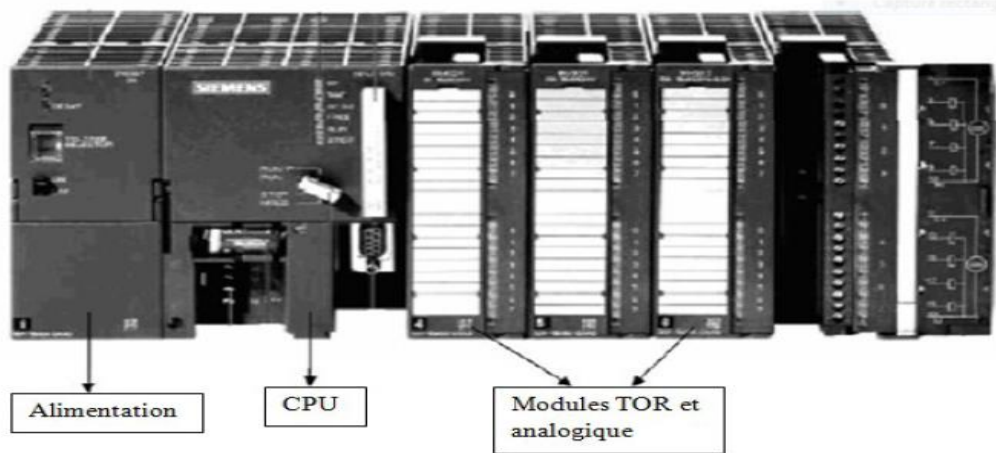


Figure I.11 : Automate modulaire (Siemens)

b) Structure interne

Il se compose de plusieurs parties, son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative donnera en retour des informations relatives.

Les API comportent les parties principales suivantes [1] :

- Une unité de traitement (un processeur CPU);
- Une mémoire;
- Des modules d'entrées-sorties;
- Des interfaces d'entrées-sorties;
- Une alimentation.

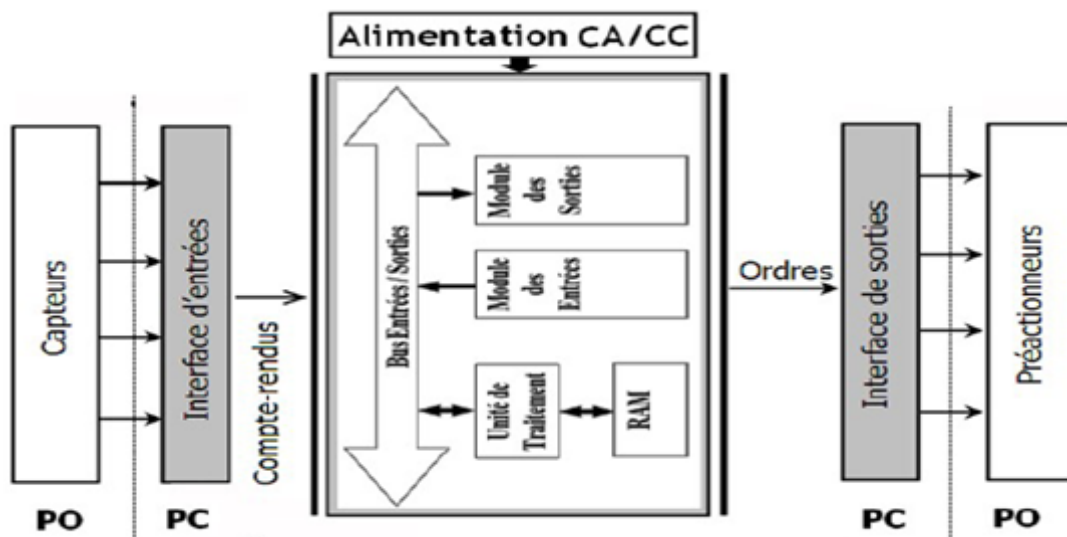


Figure I.12 : Structure interne d'un automate programmable industriel (API)

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple, l'unité centrale CPU est le regroupement du

processeur et de la mémoire centrale qui commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

I.3.3 Description des éléments interne d'un API

a) Processeur

Il constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale CPU, son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrée/sortie et d'autre part à gérer les instructions du programme [2].

b) Mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système qui sont le terminal de programmation et le processeur qui le gère et exécute le programme et elle reçoit également des informations en provenance des capteurs.

La conception et l'élaboration d'un programme font appel à la RAM et l'EEPROM et sa conservation pendant son exécution fait appel à une EPROM [2].

c) Modules d'entrées/sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processeur, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée.

d) Alimentation

L'automate programmable industriel est alimenté à partir d'un réseau électrique de 220V en courant alternatif, ou d'une source 24V en courant continu.

A fin d'assurer un niveau de sûreté requis, des dispositifs de détection de baisse ou de coupure de la tension réseau et de surveillance des tensions internes sont établis et en cas de défaut ces dispositifs peuvent lancer une procédure prioritaire de sauvegarde.

I.3.4 Fonctionnement de la structure interne d'un automate programmable

L'API reçoit les informations relatives à l'état du système et commande les pré-actionneurs selon le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les API ont un fonctionnement cyclique et le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques, de temporisation, de comptage et de calcul. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface entrée/sortie) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire [3].

I.3.5 Cycle de l'automate programmable

Un API fonctionne en continu, exécutant son programme et réagissant aux signaux d'entrées. Cette boucle de fonctionnement est appelée cycle. Elle peut être représentée de la manière suivante :

- **Phase 1** : Gestion du système et autocontrôle de l'automate ;
- **Phase 2**: Acquisition des entrées prise en compte des informations du module d'entrées et écriture de leur valeur dans RAM ;
- **Phase 3**: Traitement des données lecture du programme (située dans la RAM programme) par l'unité de traitement, lecture des variables (RAM données), traitement et écriture des variables dans la RAM données ;
- **Phase 4**: Emissions des ordres lecture des variables de sorties dans la RAM données et transfert vers le module de sorties ;
- **Phase 5**: Dialogue éventuel avec une console ou autre [4].

I.3.6 Choix de l'automate programmable industriel

Après l'établissement d'un cahier de charges, il revient à l'utilisateur de choisir l'automate le mieux adapté aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

- Le nombre et la nature des entrée/sortie ;
- La nature du traitement (temporisation, comptage, ...) ;
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, robustesse, immunité aux parasites ;
- La documentation, le service après vente, durée de la garantie, la formation.

I.3.7 Langages de programmation pour API

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base.

- Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. Ce langage permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques et les fonctions complexes [5].

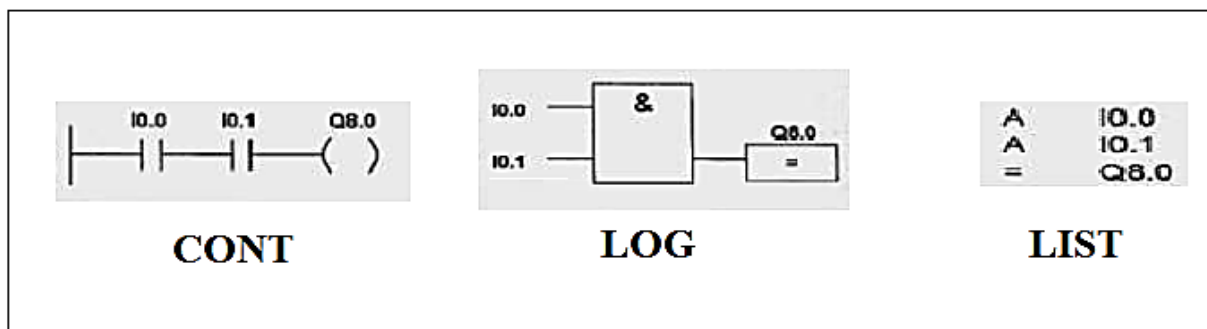


Figure I.13 : Mode de représentation des langages de programmation pour API

I.4 L'automate S7-300

I.4.1 Présentation de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire, pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, de la série S7 fabriqué par la firme Siemens.

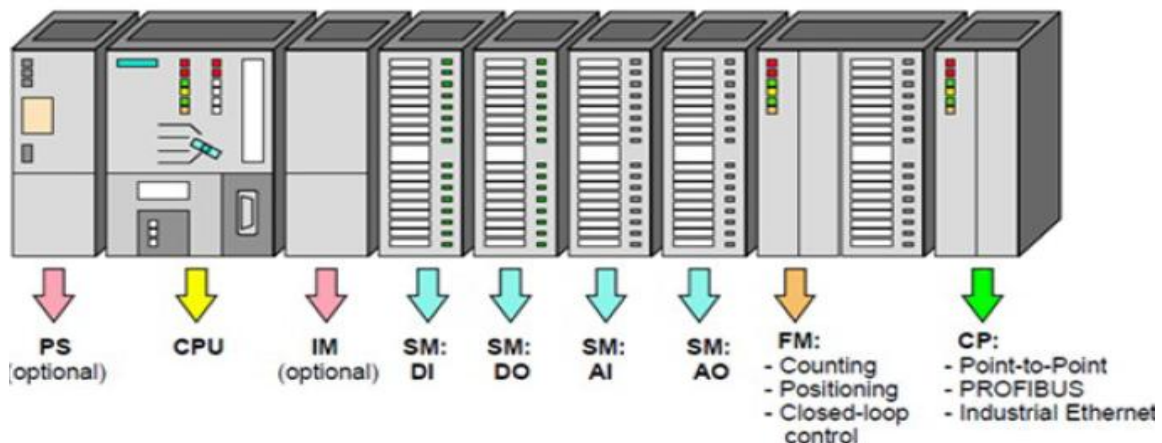


Figure I.14 : Constitution d'API S7-300

Sa modularité permet de réaliser des fonctions d'automatisations les plus diverses à partir des différents modules. Ses principales caractéristiques sont :

- Sa puissance et sa rapidité ;
- Possibilité d'intégration de nouvelle tâche ;
- Haute performance grâce aux nombreuses fonctions intégrées.

I.4.2 Constitution de l'automate S7-300

L'automate S7-300 peut être composé selon le besoin à partir d'un vaste éventail de module comme :

a) Module alimentation PS

Transforme la tension secteur en une tension d'alimentation et délivre sous une tension de 24V, un courant de sortie assigné de 2A, 5A et de 10A.

b) Module unité centrale CPU

C'est le cerveau de l'automate, exécute le programme utilisateur et commande les sorties, elle comporte des LEDS pour la signalisation d'état et de défaut, un raccordement pour tension 24V DC, une interface multipoint MPI pour console de programmation, un compartiment pour pile de sauvegarde et un logement pour carte mémoire.

c) Module de signaux d'entrées/sorties SM

Utilisé pour les entrées/sorties TOR ou analogique où le module d'entrée permet à l'automate de recevoir des informations soit de la part des capteurs ou du pupitre de commande et le modules de sortie qui permet de raccorder l'automate avec les différents pré-actionneurs ainsi qu'avec les actionneurs.

d) Module de coupleur IM

C'est un coupleur qui permet la configuration multi rangée du S7-300, et assure la liaison entre les châssis et le couplage entre les différents unités.

e) Module de fonction FM

Assure des tâches lourdes en calcul ainsi que des fonctions spéciales comme le positionnement, la régulation, le comptage, la commande numérique....etc.

f) Module de communication CP

Ils permettent d'établir des liaisons Homme-Machine qui sont effectuées par l'interface de communication « Point à point », « Profibus » ou « Industriel Ethernet ».

I.5 Logiciel TIA (Totally Integrated Automation) Portal

Le nouvel environnement d'ingénierie TIA Portal réunit tous les systèmes d'ingénierie pour l'automatisation dans un environnement de développement unique, premier logiciel d'automatisation de l'industrie à se satisfaire d'un seul environnement. TIA Portal représente un jalon dans le développement logiciel, un seul projet logiciel pour toutes les tâches d'automatisation comprenant les logiciels SIMATIC STEP7 V15 et SIMATIC WinCC V15.

La nouvelle version de TIA Portal V15 de Siemens offre des améliorations importantes telles que la gestion de l'alimentation, le contrôle de mouvement et la connectivité centrée sur l'industrie.

Basé sur le principe (tout en un) le logiciel TIA Portal de Siemens facilite le paramétrage et la programmation des composants d'automatisation, des contrôleurs et des panneaux de commande. Dans le TIA Portal V15, sont intégrées des applications de commande de mouvement (Motion Control) permettant la commande intelligente de servomoteur.

Autres nouvelles fonctionnalités de TIA portal V15 est l'option Prodiag qui propose un suivi détaillé des machines et des installations. Prodiag permet de détecter des erreurs dans le processus et peut fournir des informations sur le type, l'emplacement et la cause de ces anomalies, ainsi que des informations sur la façon de les corriger [7].

I.5.1 Vue de portail et vue de projet

Lorsque le TIA Portal est lancé, l'environnement de travail se décompose en deux types : La vue du portail et la vue du projet.

a) Vue du portail

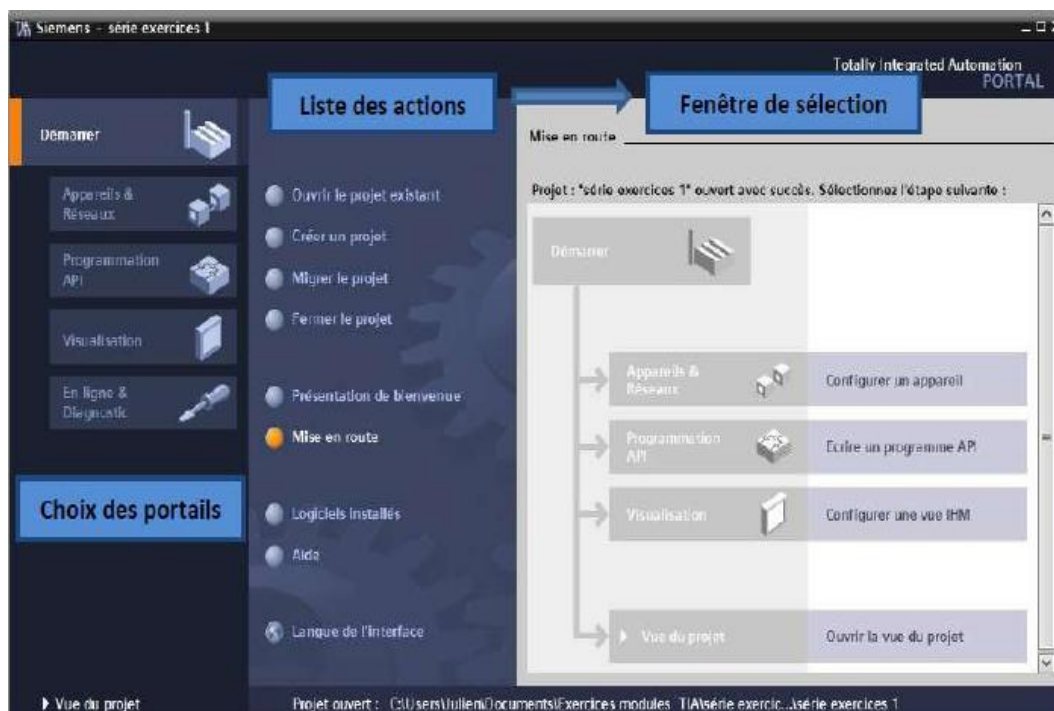


Figure I. 15: Vue du portail

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée [8].

b) Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée.

- Fenêtre de travail

Permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités, il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des Interfaces Homme Machine.

- Fenêtre d'inspection

Permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme.

- Onglets de sélection de tâches

Qui ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle bibliothèques des composants, bloc de programme, instructions de programmation). Cet environnement de travail contient énormément de données, il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

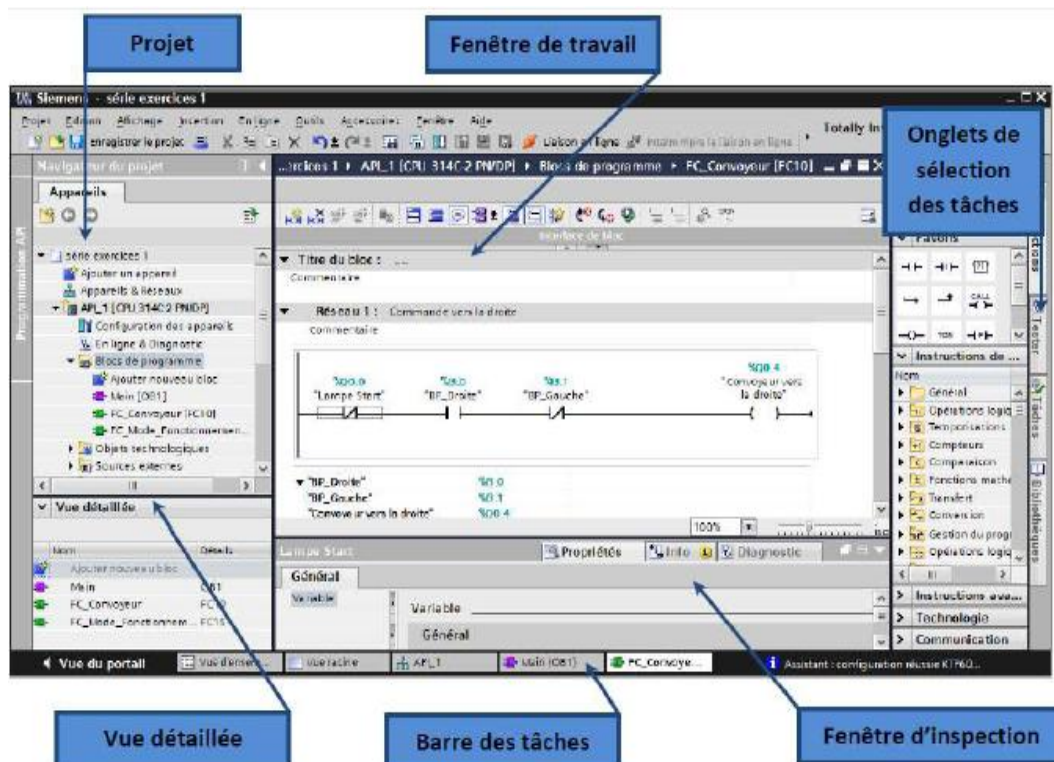


Figure I. 16: Vue du projet

I.5.2 Configuration et paramétrage du matériel

Avec des simples clics, le matériel est configuré, la CPU est choisie ainsi que les modules complémentaires.

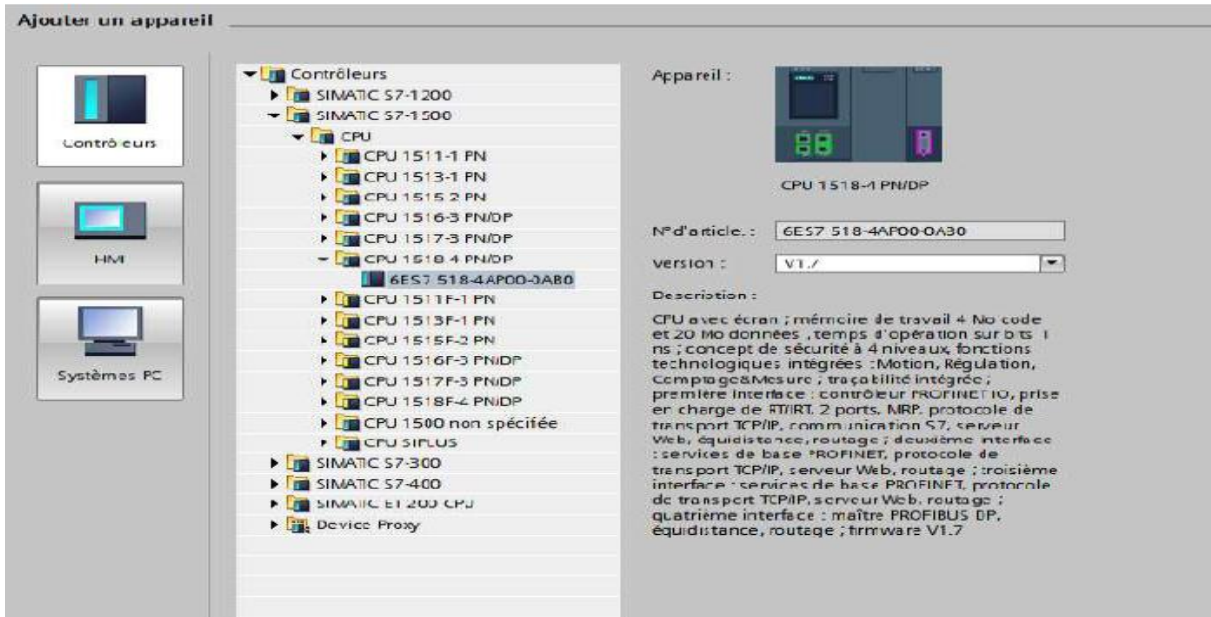


Figure I. 17: Configuration et le paramétrage du matériel

I.5.3 Adressage des entres/sorties

L'adressage des entrées et des sorties est une étape primordiale pour la création d'un projet.

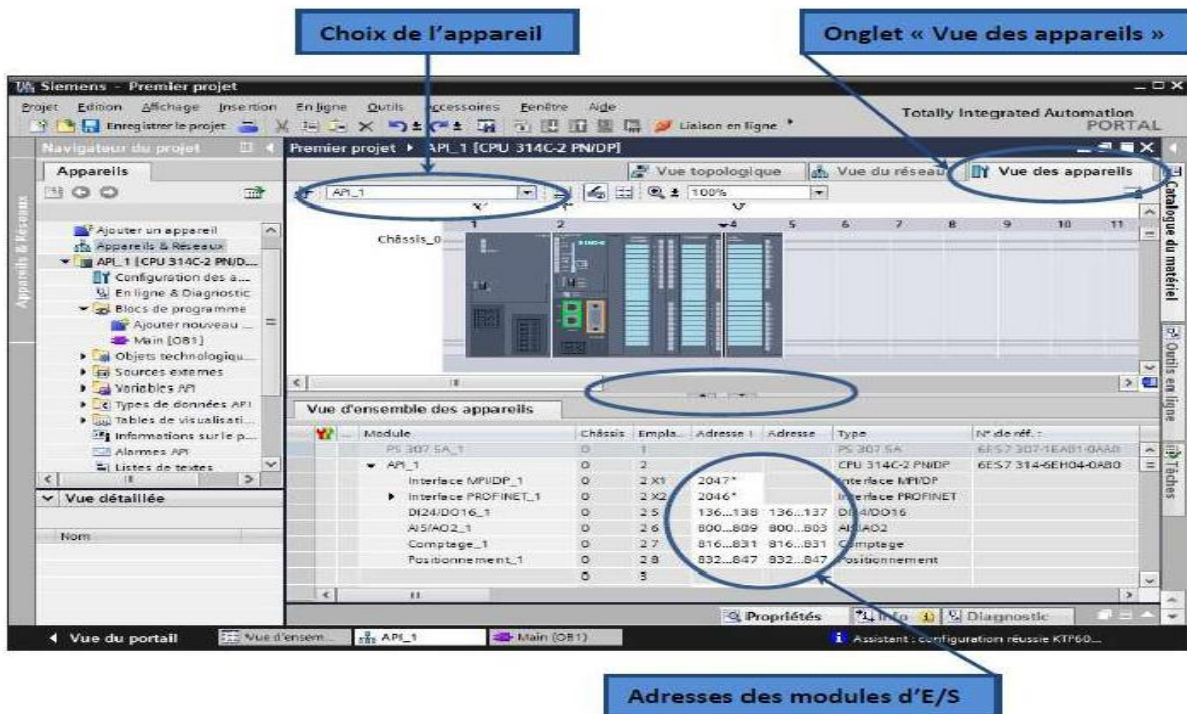


Figure I. 18 : Adressage des entres/sorties

I.5.4 Adresse Ethernet de la CPU

Dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir une adresse Ethernet et établir une liaison entre la CPU et la console de programmation ayant des adresses appartenant au même réseau.

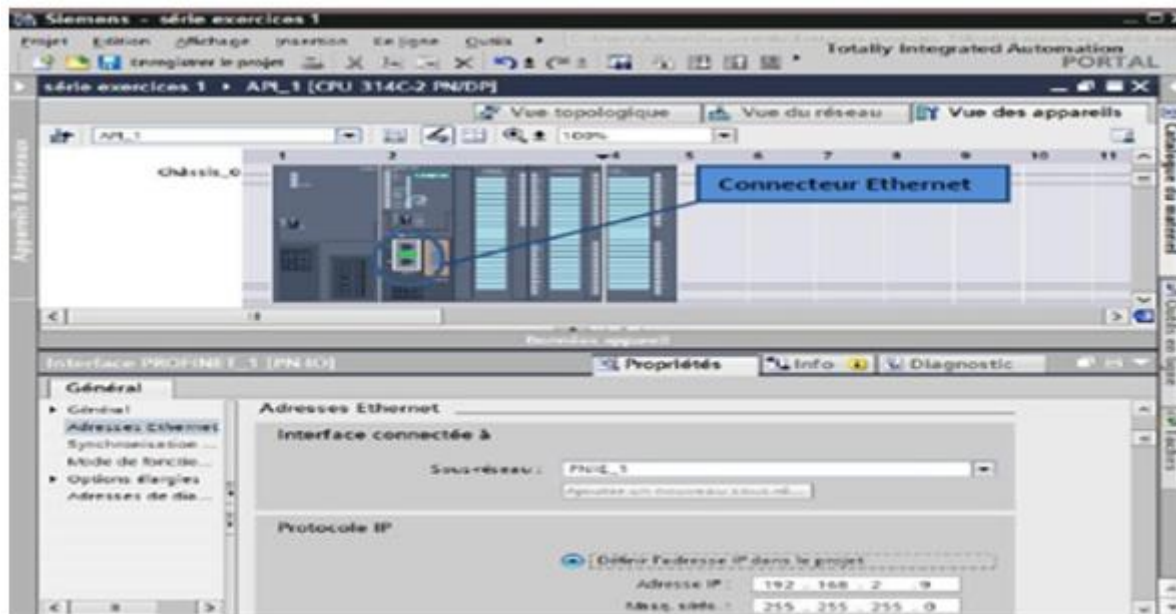


Figure I.19 : Adresse Ethernet de la CPU

I.5.5 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Par sélection de l'API dans le projet, la compilation est assurée par l'icône appropriée où une compilation matérielle et logicielle est effectuées [8].

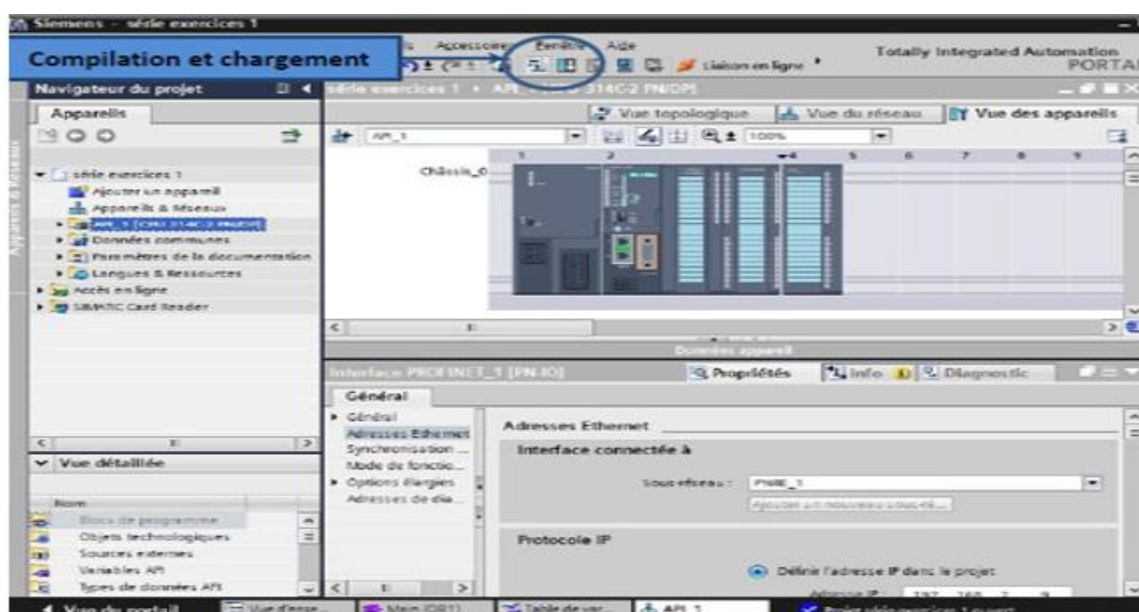


Figure I.20 : Compilation et chargement de la configuration matérielle

I.6 Programmation de l'automate

I.6.1 blocs de code

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation. Il contient les blocs d'organisation (OB), les blocs fonctionnels (FB), les blocs de fonctions (FC) et les blocs de données (DB).

La figure (II.12) est une fenêtre qui permet l'ajout de nouveau bloc.

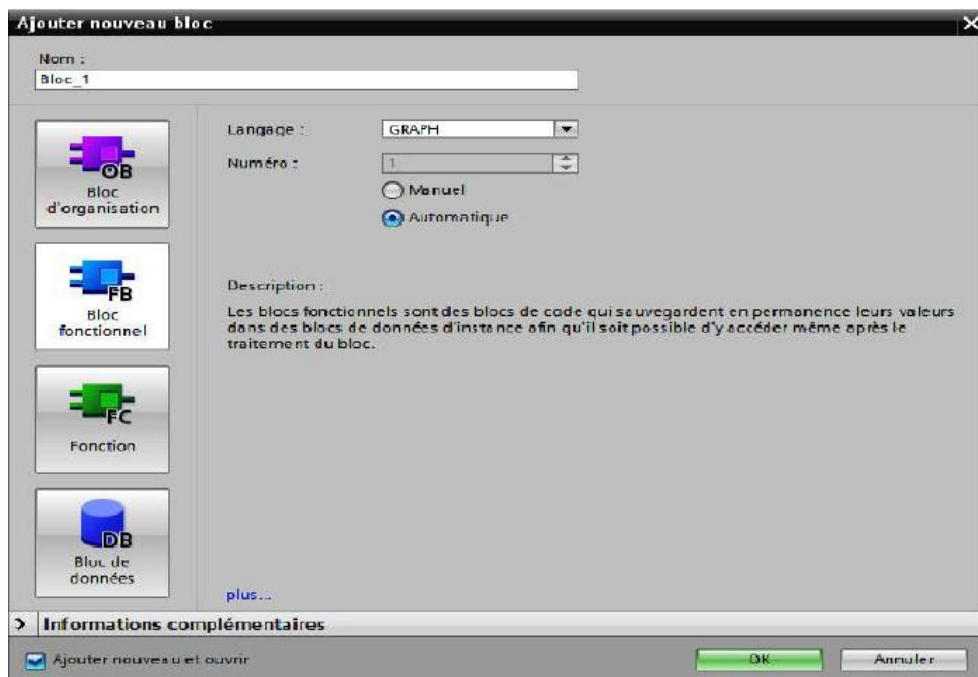


Figure I. 21 : Fenêtre d'ajout de nouveau bloc

a) Blocs d'organisation (OB)

Les OB sont de plusieurs types, ils peuvent être déclenchés par un événement ou sont appelés par le système d'exploitation pour gérer le traitement de programmes cycliques ou gérer le comportement à la mise en route de l'API et les blocs qui traitent les erreurs.

b) Blocs fonctionnels (FB)

Ce sont des blocs programmés par l'utilisateur lui-même, et exécuter par les blocs de code, un bloc de données d'instance lui est associé où les variables et les paramètres sont stockés.

c) Blocs de fonctions (FC)

Le bloc de fonction FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Ce sont des blocs de code sans mémoire, ils sauvegardent leurs variables temporaires dans la

pile de données locale, les valeurs de ces variables sont perdues après l'exécution et l'achèvement de la fonction.

Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ces données.

d) Blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données. Les données utilisateur stockés seront utilisées par d'autres blocs.

I.6.2 Programmation des blocs

La programmation des blocs se fait du sous-bloc vers le bloc principal. Le langage choisi pour la programmation est le langage à contact (Ladder) et les blocs fonctionnels. Nous allons commencer par le traitement des grandeurs analogiques des blocs fonction FC [9].

I.7 Variables API dans TIA Portal

I.7.1 Adresses symboliques et absolues

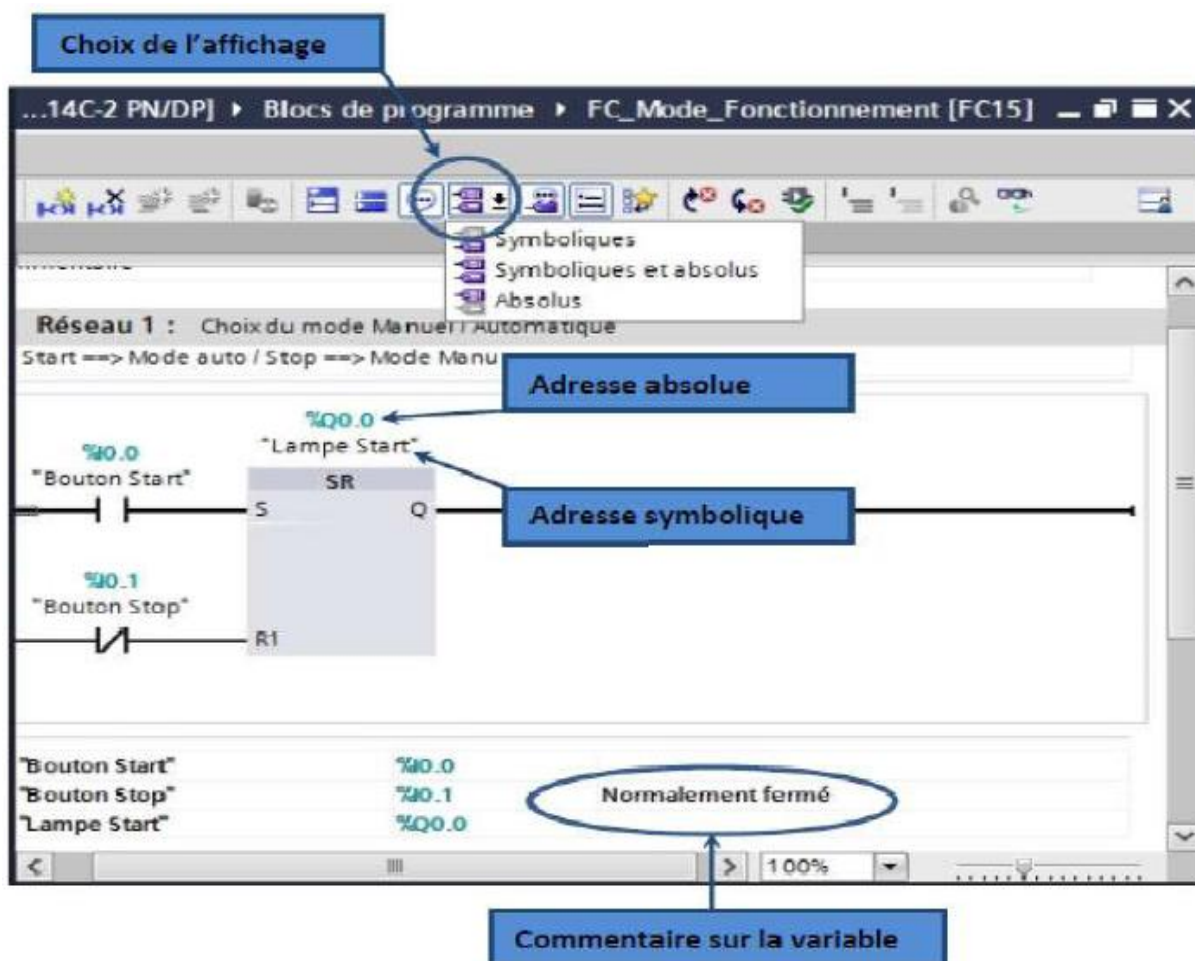


Figure I. 22 : Adresses symbolique et absolue des variables API

Dans TIA Portal toutes les variables globales (entrées, sorties, mémentos,..) possèdent une adresse symbolique et une adresse absolue.

- L'adresse absolue représente l'identificateur d'opérande (I, Q, M,...), son adresse et son numéro de bit ;
- L'adresse symbolique correspond au nom que l'utilisateur a donné à la variable.

Le lien entre les adresses symboliques et les adresses absolues se fait dans la table des variables API lors de la programmation, on peut choisir d'afficher les adresses absolues, symboliques ou encore les deux simultanément [8].

I.7.2 Table des variables API

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme, lorsque l'on définit une variable API il faut définir

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable ;
- Le type de donnée : BOOL, INT,... ;
- L'adresse absolue : par exemple Q1.5.

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable, le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.

I.7.3 Liaison avec l'automate



Figure I. 23 : Liaison avec l'automate

L'interface Simatic S7 PC USB adaptée permet la configuration de l'automate à travers un PC. Après avoir sélectionné la vue « en ligne et diagnostique », on sélectionne le mode MPI et l'interface PG/PC.

I.8 Langage Homme Machine

Le langage homme machine est la fonction par laquelle un opérateur reçoit l'information sur l'état d'une machine et peut lui transmettre des ordres et des consignes. Les interfaces qui réalisent le lien entre l'homme et la machine ont longtemps été limitées aux boutons poussoirs et aux voyants. Avec le développement des automates programmables, de nouvelles gammes d'interfaces sont apparues. Ces dernières permettent d'élargir les possibilités de dialogue via des échanges de messages numériques et alphanumériques, ainsi qu'avec une représentation des machines et d'installation par l'imagerie animée [8].

I.8.1 Supervision

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition des données (mesures, alarmes, retour de l'état de fonctionnement) et des paramètres de commande de processus généralement confiés à des automates programmables. Le système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son but est de présenter à l'opérateur les valeurs et les résultats des différentes grandeurs utilisées dans les processus industriels.

Dans notre cas une fois le pupitre est mis sous réseau, il permet :

- La visualisation de l'état des actionneurs (pompes et les vannes) et des capteurs.
- La détection des défauts via l'affichage des alarmes ;
- D'agir sur les pompes et les vannes.

I.8.2 WinCC sur TIA portal

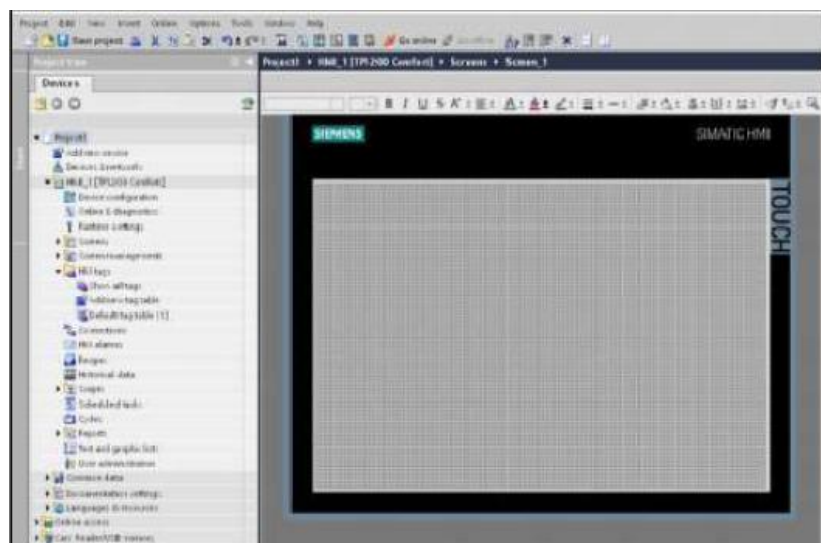


Figure I. 24 : Vue du WinCC dans TIA portal

Le SIMATIC WinCC dans Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement. Ce concept d'ingénierie est une avancée fondamentale dans le développement de logiciels et représente le développement continu.

WinCC dans TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC [10].

I.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le système automatisé et des généralités sur les automates programmables industriels API, en particulier, l'automate S7-300 de la firme Siemens, ses caractéristiques principales et son rôle primordial dans la gestion des processus industriels.

Le logiciel TIA Portal V15 permet de configurer facilement l'automate choisi. La compréhension du fonctionnement de l'automate S7-300 et le logiciel TIA Portal V15, nous permettra une meilleure exploitation lors de la programmation et la supervision qui sera l'objet d'un autre chapitre.

Chapitre II :

Présentation et fonctionnement d'une turbine centrifugeuse

II.1.Introduction

Les centrifugeuses discontinues sont utilisées dans ce cycle de production pour la séparation des cristaux de sucre de l'eau de mer. Le sucre brut est lavé par un jet d'eau chaude puis qu'une quantité de masse-cuite importante est introduite et la turbine (essoreuse) est accélérée, ce qui provoque l'expulsion de l'eau de mer sous l'effet de la force centrifuge et enfin le sucre est déchargé du panier.

II.2. Atelier des turbines discontinues haute pureté (HP)

L'atelier des turbines HP se situe dans la section cristallisation haute pureté (HP) où s'effectue l'opération d'essorage des masse-cuites issues des trois jets haute pureté[11]. Un premier jet produit par les cuites A612 et A613, un second par les cuites A622 ou A632 et un troisième par les cuites A622 ou A632 (selon la couleur et la pureté de la liqueur).

Ces masse-cuites sont coulées dans deux malaxeurs M614 pour le 1^{er} jet et M624 pour les autres jets, qui alimenteront en masse-cuites les nochières M641 (pour le 1^{er} jet), M642 (au besoin pour le 1^{er} jet ou le 2^{ème} jet) et M643 (pour le 2^{ème} jet).

Ces dernières vont distribuer les masse-cuites à une batterie de six (06) centrifugeuses:

- S651, S652 et S653 pour le 1^{er} jet.
- S654, S655 et S656 pour le 2^{ème} et le 3^{ème} jets qui seront coulés alternativement.

Remarque : La S653 peut être utilisée sur le 1^{er} jet et le 2^{ème} jet.

Ces turbines séparent le sucre raffiné qui va être réceptionné par un tapis vibrant A660 avant de l'acheminer vers le séchage. Il en résultera aussi des égouts selon la nature de la masse-cuite turbinée.

- Egouts riches 1: Réceptionnés par le bac T670 et envoyés vers le bac LS1 (T610).
- Egouts pauvres 1: Réceptionnés par le bac T672 et envoyés vers le bac LS2 (T620).
- Egouts riches 2/3: Réceptionnés par le bac T675 et envoyés vers le bac LS2/3 (T620/630).
- Egouts pauvres 2/3: Réceptionnés par le bac T677 et envoyés vers le bac LS3/EP3 (T630 /T690).

- Egot pauvre 3 est envoyé vers les BP (T810) où il est remis en circuit selon les couleurs et les puretés obtenues.

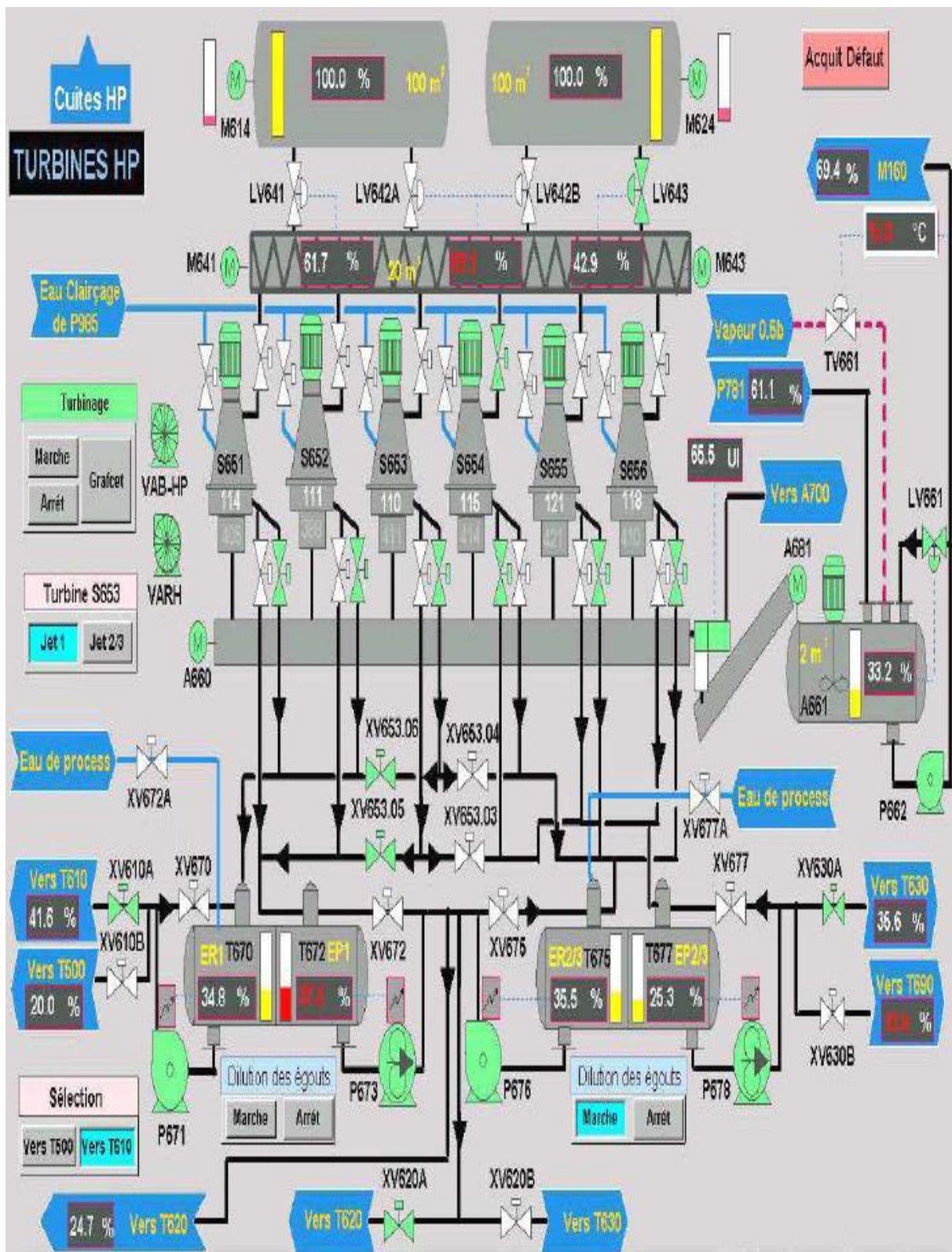


Figure II.1 : Atelier des turbines discontinue haute pureté (HP) [11].

II.3. Description des éléments constitutifs d'une turbine discontinue

Les turbines discontinues de marque Buckau-Wolf SUPRATION® sont globalement composées de :

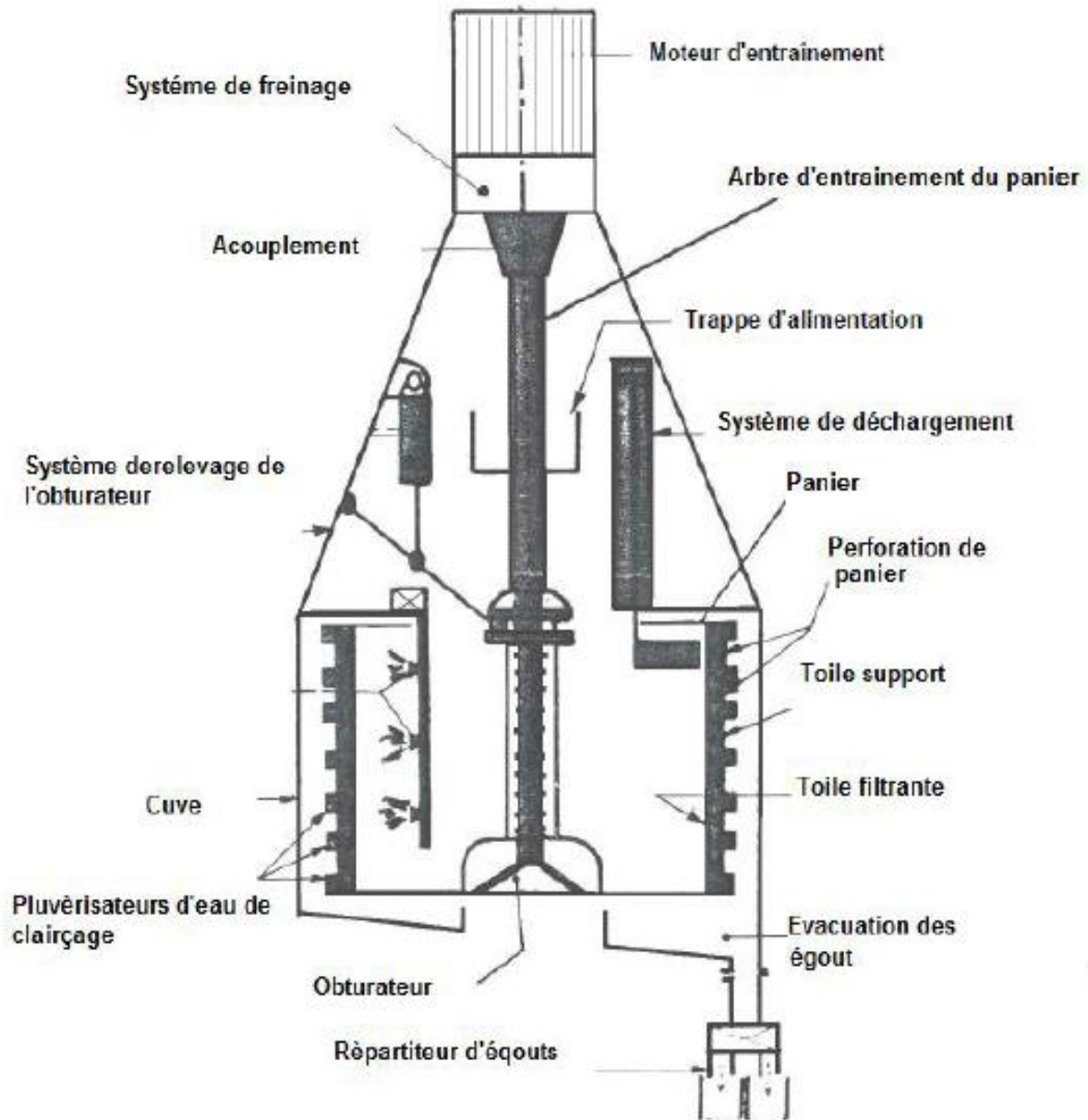


Figure II.2 : Eléments constitutifs d'une turbine discontinue[11]

II.3.1. Panier avec moyeu et arbre

C'est un cylindre en acier, renforcé par des cerclages en acier appelés frettes, qui augmentent sa résistance. Il est perforé et doit résister à des forces considérables. Pendant la

centrifugation, le poids de la masse cuite peut être multiplié par 1500. Il est également équipé de trois toiles qui permettent la séparation du sucre et des égouts [11].

- **Toile de soutien** : Constituée d'une tôle perforée « en paupières » et dont le rôle est de faciliter l'évacuation de l'égout.

- **Toile sandwich** : Constituée d'une toile métallique tissée à larges mailles. Son rôle est d'assurer au tamis une certaine souplesse.

- **Tamis de travail** : En acier inoxydable ou en laiton. Il est perforé de trous oblongs d'une largeur d'environ 0,4 mm pour une longueur de 4 mm. Son rôle est de retenir les cristaux de sucre et de permettre l'évacuation de l'eau mère.

C'est en général cette toile qui s'use plus vite que les deux autres car elle est en contact direct avec les masses cuites et subit l'impact de celles-ci lors du chargement. La durée de vie de la toile est de pas moins de six mois dans les conditions de fonctionnement normal de la turbine. L'arbre du panier a pour rôle d'entraîner le panier en rotation. Son diamètre important est prévu pour transmettre le couple moteur extrêmement élevé.

II.3.2. Le moteur

Il assure la rotation du panier à des vitesses différentes suivant les phases du cycle. Il est lié rigidement au bâti. L'arbre du moteur et celui du panier sont accouplés élastiquement pour permettre l'absorption des vibrations et du balourd éventuel. Le moteur présente les caractéristiques suivantes : moteur asynchrone de 250 kW – 1500 tr/mn – $\cos \phi$ 0,8.

II.3.3. Palier avec accouplement et frein à disque

Le rôle du palier est de reprendre et transmettre tout les efforts engendrés, tant statiques que dynamiques à l'unité constituée de la traverse de roulement, cuve de la turbine et la poutraison. Le couple de rotation délivré par le moteur est transmis à l'arbre du panier par l'intermédiaire de l'accouplement [11]. Les éventuels mouvements pendulaires de l'unité du panier sont amortis par l'amortisseur en caoutchouc monté dans le palier.

II.3.4. Cuve de la turbine avec charpente de support

Ces deux éléments constituent le bâti fixe et l'ensemble porteur de la turbine. Outre la réception, le raccordement de la charpente de support et des ensembles déchargeur - élément d'étanchéité du dispositif d'amenée de la masse cuite, contrôle automatique de chargement, système de clairçage et séparateur des égouts, ses fonctions sont les suivantes [11]:

- Protection des opérateurs contre les pièces en rotation
- Collecte dans le panier des égouts issus de la séparation
- Amenée des égouts au séparateur des égouts
- Maintien de la séparation produit/égouts lors de l'acheminement du produit au dispositif de manutention (système de déchargement du panier)
- Limitation mécanique de l'amplitude des oscillations.

II.3.5. Séparateur des égouts

Un séparateur d'égouts a pour fonction l'évacuation de la liqueur mère égout pauvre (1^{er} égout) et l'égout riche (2^{ème} égout) séparément.

II.3.6. Obturateur ou vanne de fond

La vanne de fond fermée réalise l'étanchéité du panier de la turbine dans chaque phase du cycle de travail. Le vérin de manœuvre de la vanne de fond est un vérin pneumatique à double effet. Sa conception permet d'assurer un chargement de la turbine même lorsque celle-ci est à l'arrêt. Les fonctions d'alimentation en masse cuite, déchargeur et obturateur sont liées entre elles par l'intermédiaire de la commande.

II.3.7. Déchargeur

Le déchargeur a pour fonction d'évacuer le produit du panier en l'abîmant le moins possible. Pour des raisons de protection des cristaux, à vitesse de déchargement de la turbine doit être maintenue à un niveau aussi faible que possible (entre 50 et 70 tr/mn).

Le déchargement s'effectue à l'aide de deux vérins pneumatiques indépendants l'un de l'autre. La charrue est engagée dans la position de repos dans l'anneau du produit jusqu'à la toile du panier à l'aide du vérin disposé à l'horizontale. L'autre vérin monté à l'intérieur du déchargeur déplace la charrue vers le bas dans le sens vertical jusqu'au fond du panier.

Le produit extrait du panier est évacué centralement vers le bas et parvient au dispositif de manutention disposé sous les turbines après avoir emprunté les trois grandes ouvertures du moyeu de la turbine.

Le mouvement de retour de la charrue s'effectue dans l'ordre chronologique inverse jusqu'à ce qu'elle ait atteint à nouveau sa position de repos. En position de repos, la charrue se trouve en position finale dégagée à l'intérieur du panier de la turbine.

Pour obtenir un déchargement optimal, la lame de la charrue doit rester à la même distance (environ 1 mm) de la toile sur toute la longueur et pendant tout le chargement. Le déchargeur doit être aligné et ajusté de manière appropriée.

II.3.8. Dispositif de clairçage

Le dispositif de clairçage a pour fonction d'asperger à un moment prévu pendant une durée déterminée une quantité définie de fluide auxiliaire (eau, vapeur) sur le produit se trouvant dans le panier. Les impuretés adhérentes sont ainsi évacuées. En outre, les toiles sont lavées à la fin de chaque cycle.

Le dispositif de clairçage présente une rampe garnie d'un certain nombre de pulvérisateur à jet plat fixée sur le couvercle de la cuve. Le jet de pulvérisation doit être réglé de préférence d'environ 15 à 30° avec l'orientation du panier de la turbine.

II.3.9. Contrôle de chargement automatique

Le contrôle automatique de chargement a pour fonction d'assurer un chargement régulier, uniforme et optimal du panier de la turbine. Avant le début du processus de chargement, on engage une sonde (tâteur). Si le panier est rempli de telle manière que la masse cuite touche le tâteur, l'impulsion transmise par le contrôle de chargement (capteur de niveau) est analysée dans la commande de la turbine. Le processus de chargement est interrompu et le contrôle automatique de chargement est dégage.

Le tâteur travaille de façon conductrice, c.à.d. que les masses cuites doivent être conductrices électriquement.

Le degré de chargement du panier de la turbine peut être modifié en déplaçant verticalement et en faisant tourner le contrôle automatique de chargement. Pour ce faire, il faut défaire la liaison par pincement. Le réglage optimal ne peut être obtenu que par expérimentation. Lorsque la turbine est en service, il faut veiller à ce que les vis de fixation du tâteur soient toujours bien serrées.

II.3.10. Alimentation en masse cuite

L'alimentation en masse cuite conduit la masse cuite directement depuis la Nochère jusqu'au panier de la turbine via la goulotte à clapet et le dispositif auxiliaire de distribution. La version fermée garantit une amenée sans impuretés de la masse cuite.

Des conduites d'alimentation amènent des fluides auxiliaires (eau, vapeur) à la turbine.

II.3.11. Dispositifs de surveillance

Les turbines sont équipées de système de contrôle des oscillations, de détecteur de vibrations, de détecteur de surveillance de la vitesse de rotation.

Ces dispositifs permettent une surveillance en temps réel afin d'assurer un contrôle fiable du dispositif.

II.4. Procédé de fonctionnement (cycle d'une turbine)

La turbine opère un cycle prédéfini lors de son fonctionnement de manière répétitif. Après ledémarrage de la turbine, c.à.d. son accélération de l'arrêt à la vitesse de chargement N2, le cycle qui commence, se déroule comme suit[11] :

II.4.1. Chargement

La période de chargement est définie entre le moment où la vitesse de chargement N1 est atteinte, depuis l'ouverture du clapet à masse cuite Y5, l'engagement du contrôle de chargement automatique, le papillon de la vanne alimentatrice en masse cuite Y9 s'ouvre, jusqu'à ce que le panier de la turbine soit rempli, le clapet à masse cuite soit fermé et le contrôle de chargement automatique dégagé.

Durant le chargement du panier, la masse cuite adhère à ses parois intérieures sous l'effet des forces centrifuges pour créer un mélange. Ce mélange est plus au moins uniforme suivant la viscosité de la masse cuite et la vitesse de chargement. La répartition inégale des masses cuites peut conduire au balourd lorsque des forces centrifuges importantes se concentrent en une surface limitée conduisant à des oscillations suivant une amplitude grandissante.

II.4.2. Accélération

Temps depuis la fin du chargement jusqu'à ce que la vitesse d'essorage final N2 soit atteinte. Durant l'accélération les forces centrifuges poussent l'eau de mère (égout pauvre) qui est dirigée vers le circuit des égouts pauvres.

Le clairçage intervient pendant l'accélération comme suit :

▪ **Clairçage à l'eau :** A 400 tr/mn un clairçage à l'eau chaude est opéré afin d'enlever la pellicule d'eau de mer adhérente aux cristaux. Pour que le clairçage soit efficace, il faut que l'égout soit suffisamment évacué et que la couche de sucre ne soit pas trop tassée, ce qui est le cas vers 350 – 450 tr/mn. La durée du clairçage est importante, c'est un compromis entre avoir un temps court et la pellicule n'est que partiellement éliminée ou un temps long et le sucre est refondu de manière excessive.

Au clairçage, l'eau refond une partie du sucre. L'égout s'enrichit et est alors appelé égout riche et celui-ci est dirigé vers le circuit des égouts riches.

▪ **Clairçage à la vapeur :** A 800 tr/mn, un clairçage à la vapeur de 3 secondes environ est opéré dans le but de favoriser la porosité entre les cristaux de sucre nécessaire à l'évacuation de l'eau de mère.

II.4.3. Essorage final

La durée de l'essorage final est le temps entre l'atteinte de la vitesse d'essorage final N2 et l'amorçage de la décélération. Cette durée doit être suffisamment longue pour évacuer l'égout riche, mais pas trop longue car, si le sucre sèche, il devient très difficile à décharger du panier.

II.4.4. Décélération

Temps entre la fin de l'essorage final et le début de déchargement. Le freinage électrique est déclenché afin d'amener la turbine à la vitesse de déchargement N3.

II.4.5. Déchargement

Temps entre le début de déchargement et l'accélération vers la vitesse de chargement. Une succession d'opérations à lieu pour permettre le déchargement du sucre encore humide sur le tapis vibrant qui le convoie en section 7 : le séchage.

II.4.6. Lavage écran et préparation au chargement

Temps entre la fin du déchargement et la fin de l'accélération vers la vitesse de chargement. Après déchargement, le panier est vide mais un fin écran de sucre persiste d'où la nécessité d'un lavage du panier afin d'éviter le colmatage progressif de la toile et qui pourrait entraîner, pour les cycles suivants, des risques de balourd et de dégradation de la qualité du sucre. La turbine est alors prête à reprendre un cycle ou à s'arrêter. Un cycle doit se dérouler en environ 3 minutes.

II.5. Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue

La durée moyenne observée du cycle sans anomalies est d'au moins 2 minutes 30 secondes. Cela ne se reflète malheureusement pas en pratique car un certain nombre d'anomalies viennent augmenter la durée du cycle. Ces anomalies seront traitées dans le paragraphe gestion des anomalies.

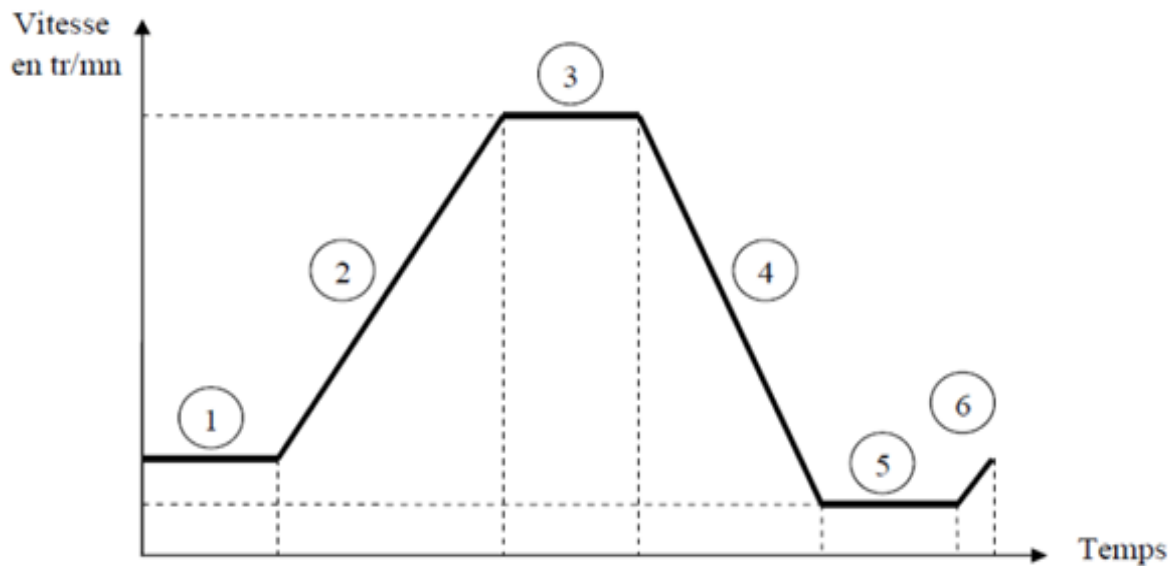


Figure II.3 : Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue[11]

Le tableau II.1 résume les durées de chaque étape du cycle exprimées en secondes et résume le total des six étapes.

Tableau II.1 : les durées moyennes de chaque étape du cycle[11]

	Etape du cycle	Durée moyenne observée [s]
1	Chargement	15
2	Accélération	35
3	Essorage final	35
4	Décélération	25
5	Déchargement	40
6	Lavage écran	20
Durée moyenne observée du cycle		150

II.6. Procédures de démarrage /arrêt des turbines

II.6.1. Préparation des ateliers

On procède à la préparation de l'atelier en suivant les étapes suivantes [11] :

- Vérifier l'ouverture et la fermeture des vannes d'alimentation des nochères, à savoir les **LV641, LV642a/b, LV643** pour les turbines HP et **LV106** pour les turbines d'affinage. Lorsqu'une de ces vannes ne s'ouvre pas, on doit tout d'abord vérifier les alimentations (en air comprimé et électrique) de l'actionneur. S'il n'y a pas de problème de ce côté, alors le papillon de celle-ci doit être forcément colmaté. Dans ce cas on doit le dégraisser à la vapeur grâce aux deux vannes à vapeur, amont et aval à l'électrovanne (à nochères vides) pour chauffer les papillons des vannes d'alimentation puis on procède à des tentatives d'ouverture/fermeture de ces vannes par impulsions (à distance ou en forçage local). Si cela ne marche pas, on doit dégager l'actionneur et essayer d'ouvrir manuellement les vannes alimentatrices.
- Chauffer et dégraisser les nochères pour entretenir une bonne fluidité et un bon malaxage des masses cuites à la coulée. Cette opération doit précéder le turbinage d'au moins 30 mn et ne doit pas dépasser les 10 mn à plein vapeur et 30 mn à vapeur réduite pour éviter d'endommager les capteurs de niveau des nochères.

II.6.2. Démarrage des turbines discontinues

Au premier démarrage on doit observer les conditions initiales tout en réarmant les variateurs et les disjoncteurs des turbines puis en exécutant le programme disponible.

Il faut aussi vérifier que l'huile de lubrification est disponible depuis au moins 30 mn et que l'arrêt d'urgence est ôtée, l'alimentation est en service, le voyant lumineux de S2 allumée et le frein rapide S3 est non enclenché.

Acquitter tout les défauts en appuyant sur la touche **Acquittement** du pupitre opérateur et si un défaut persiste remédier à la cause et acquitter à nouveau.

Pour mettre en marche les turbines, on sélectionne le mode manuel de chargement ou de déchargement avec respectivement la touche **Chargement (K5)** ou la touche **Déchargement (K4)** et on valide par la touche **Marche (K1)** [11]. Les préconditions pour démarrer ou redémarrer la turbine en mode automatique sont de s'assurer d'abord que le panier est vide puis exécuter le déchargement après une ouverture du papillon de masse cuite Y9.

Pré chauffer les turbines après les avoir mises en marche à la vitesse de chargement N1 et ceci en forçant le distributeur d'air de l'électrovanne de clairçage à la vapeur Y16se trouvant dans l'armoire des distributeurs d'air à l'arrière des turbines. Cette opération doit précéder le turbinage d'au moins 30 mn.

Lorsque les équipements en aval sont en marche A150A pour les turbines d'affinage et A660 pour les turbines HP, on effectue un ou deux cycles à vide en mode automatique durant le dégraissage des nochères pour vérifier l'ouverture des papillons de masse cuite Y9et nettoyer les goulottes alimentatrice des turbines et des toiles.

Une fois ces vérifications et ces opérations préalables faites le turbinage n'est plus conditionné que par l'arrivée du magma d'affinage ou de la masse cuite. Dans ce cas on ferme toutes les vannes à vapeur de dégraissage et on ôte tout les forçages des électrovannes puis on valide l'ouverture des vannes d'alimentation des nochères.

Le capteur de niveau (tâteur) est réglé sur une charge minimale. Le chargement d'une turbine s'effectue par le choix du mode automatique K2 et le déchargement automatique sur K3. Le chargement d'une turbine se fait juste après la fin du chargement de la turbine qui laprécède. Une vérification de la qualité du sucre affiné et raffiné est continue.

II.6.3. Procédure d'arrêt

L'arrêt de l'atelier s'effectue par vider les malaxeurs M614, M624 pour les HP et M105 pour l'affinage, vider les nochères M641, M642, M643 pour les HP et M106 pour l'affinage puis terminer les cycles des turbines[11].

Un dégraissage général est effectué par l'ouverture des vannes à vapeur de dégraissage des nochères, des vannes Y2des turbines et des vannes d'alimentation des nochèresqu'on laisse pendant 10 mn puis oneffectue un cycle à vide des turbines pour dégraisser les différentes goulottes, les déversoirs et les paniers. Après les vannes à vapeur et les vannes d'alimentation des nochères seront fermées.

Avec la touche K4 et la validation par K1 les turbines s'arrêtent et lorsque la vitesse de déchargement N3est atteinte, on active la touche Arrêt (S1) et le voyant lumineux s'éteint et l'action du frein mécanique est activé et la turbine s'arrête.

II.7. Procédures de démarrage dans des cas particuliers

II.7.1. En cas de coupure électrique

A la remise de l'alimentation électrique, il faut réarmer les variateurs des turbines

- **Si la turbine s'est arrêtée et le panier est plein de masse cuite**

Dans le cas où le rétablissement est rapide c'est-à-dire que le magma est encore pâteux, on démarre la turbine à la vitesse de 400 tr/min pour une meilleure répartition du magma, forcer la vanne de clairçage Y9 pendant 30 à 40 sec et déchargé le sucre.

Mais si le rétablissement tarde, donc le magma a durci, on force la vanne Y2 et on tourne le panier à la main pour ne pas endommager la rampe de clairçage, si c'est nécessaire de fondre le magma avec un tuyau d'eau chaude externe. Démarrer la turbine à une vitesse de 40 tr/min et augmenter progressivement jusqu'à éclaircissement du magma, fermer la vanne Y2 et on laisse essoré pendant 30 secondes puis on décharge.

- **Si la turbine s'est arrêtée à l'étape de l'essorage final**

La turbine continue à tourner à une grande vitesse grâce à son inertie, il faut redémarrer la turbine à la vitesse de 70tr/min pour freiner la rotation de la turbine. Le sucre étant solidifié, on ne peut pas le décharger sans risque sur le déchargeur ou la toile, d'où la nécessité d'augmenter la vitesse jusqu'à 800 tr/min et par forçage de la vanne de clairçage Y2 pendant 30s à 40s puis par la fermeture de la vanne Y2 et en laissant essorer le sucre avant le déchargement.

- **Si la turbine était à l'étape de décélération**

La turbine s'arrête complètement et si le sucre dans la turbine s'est solidifié, il faudrait suivre la procédure déjà citée ci-dessus, sinon décharger directement la turbine dans le cas de rétablissement rapide de l'alimentation électrique.

II.7.2. En cas de perte du programme de la turbine

Le rechargement du programme de la configuration du pupitre est obligatoire avec la vérification des paramètres et des temporisations des turbines.

II.7.3. En cas de vibration de la turbine

En cas de vibration, la turbine s'arrête automatiquement et affiche un défaut B15, il faut s'acquitter du défaut de vibration sur le pupitre puis redémarrer la turbine à la vitesse N3 et décharger son contenu.

Si le sucre contenu dans la turbine est dur (vibrations en essorage final), il faut forcer la vanne de clairçage Y2 pendant 30s à 40s afin d'éviter d'endommager le déchargeur ou la toile puis décharger le contenu de la turbine.

II.7.4. En cas de balourd

Un arrêt d'urgence est exigé avec une précaution de s'éloigner de la turbine jusqu'à l'arrêt total de cette dernière. Il faut inspecter la turbine, si le balourd n'a pas causé de dégâts mécaniques.

II.7.4.1. Dans le cas ou il n'y a pas de dommage mécanique

Il faudrait forcer l'ouverture de la vanne à eau Y2 et augmenter progressivement la vitesse et dès que le clairçage est effectué, il faudrait fermer la vanne Y2 puis laisser essorer le sucre pendant 30 secondes et le décharger.

II.7.4.2. Dans le cas ou il y'a un dommage mécanique

Dans ce cas, il faudrait réparer la turbine puis forcer la vanne Y2 à l'ouverture et faire tourner le panier à la main, si c'est nécessaire fondre le magma avec un tuyau d'eau chaude externe. Après, il faut démarrer la turbine à une vitesse de 120 tr/min et augmenter progressivement jusqu'à obtenir le clairçage du magma avant de fermer la vanne Y2 et laisser essoré pendant 30 s puis décharger.

II.7.5. En cas de déchirement de la toile

Dans ce cas, il faut faire fondre tout le magma qui pourrait gêner l'extraction de la toile avec un tuyau d'eau chaude puis retirer la toile déchirée du panier et le remplacer.

La turbine est progressivement entraînée jusqu'à atteindre 400 tr/min tout en ouvrant la vanne de clairçage Y2 pendant 30 minutes, il faut faire varier la vitesse de la turbine avec du magma à charge minimale pendant au moins 1 heure.

II.8. Descriptif des tâches

II.8.1. En cas d'arrêt

En cas d'arrêt, il faut exécuter la procédure d'arrêt des turbines et assurer la maintenance de circonstance. Lorsque l'arrêt est assez long il convient de procéder au nettoyage général de l'atelier.

II.8.2. Les tâches quotidiennes

L'inspection de la propreté des lieux que ce soient le sol, les murs, les turbines d'affinage et HP ainsi que le tapis vibrant A660 est de rigueur et la vérification du niveau d'huile des pots d'air service et du groupe de graissage en vue de les remplir au besoin à l'arrêt pour nettoyage quotidien des jupes des turbines avant de procéder au nettoyage des turbines en utilisant de l'eau chaude pour nettoyer les surfaces de devant et de derrière de tout dépôt de poussière, de sucre, de graisse ou d'abeilles mortes.

II.9. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons entamé une description générale des éléments de la turbine Buckau-Wolf.

Dans la suite de ce travail, nous allons procéder à l'étude de la partie qui nous intéresse où des applications sur le système de fonctionnement de la turbine seront réalisées.

Chapitre III

Elaboration des Grafjets de la turbine centrifuge

III.1.Introduction

Le **Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions** (Grafjet) est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes. Il permet aux spécialistes d'automatisme de suivre l'évolution du process point par point, raison pour laquelle le Grafjet doit être non ambiguë et clair lors de son élaboration.

A partir des grafjets, l'automatisation via des API s'avère être un petit jeu d'attraction comparé aux câblages électriques ou pneumatiques réalisés jadis.

Ce chapitre est consacré à la conception des grafjets nécessaires au déroulement du système de la centrifugeuse.

III.2.Cahier de charge

La problématique est d'automatiser l'unité de sucre 3000 tonnes/jour qui dispose d'une turbine centrifugeuse qui alimentée en masse- cuite à partir de la Nochère avec une vanne TOR (toute au rien).

Cette vanne s'ouvre pendant un temps de chargement, une condition qui ne remplit pas tout le temps les quantités voulues de chargement de la masse-cuite, ce qui entraîne, tantôt une sous charge tantôt une surcharge de la matière à traiter, ce qui influence directement sur la qualité du produit.

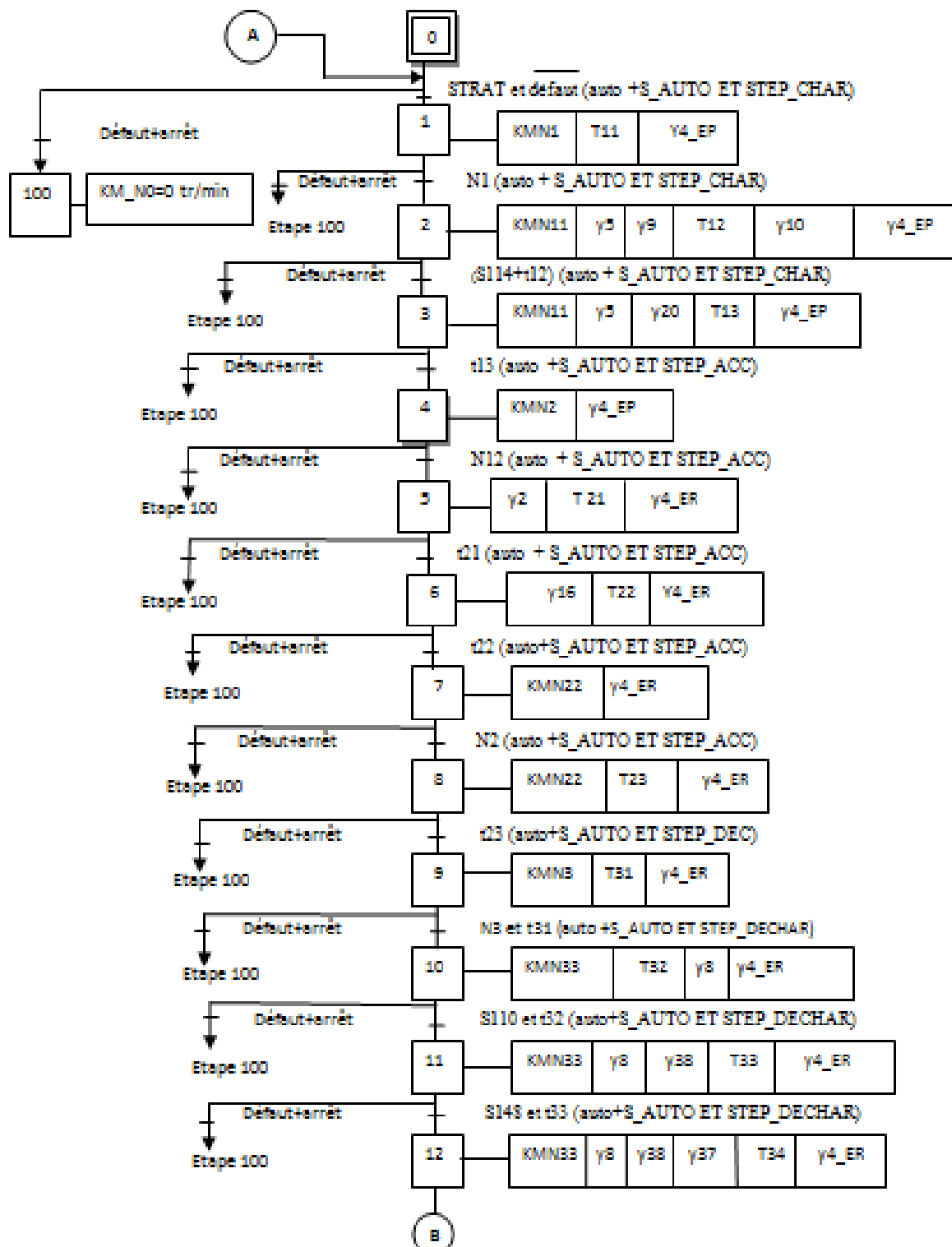
Une solution technique s'impose dans ce cas, en effet, une idée d'ajouter un capteur à germé. Le capteur adéquat pour ce genre de technologie est un capteur de niveau pour détecter la masse cuite dans le panier.

Le principe de fonctionnement de cette centrifugeuse peut être résumé par l'entraînement du moteur à une vitesse de 120 tr/mn, l'ouverture de la vanne des égouts pauvres, le chargement de la masse cuite tout en entraînant le moteur à la vitesse de 400tr/mn où le nettoyage de la goulotte est requis.

L'ajout de l'eau et l'ouverture de l'égout riche avec une accélération du moteur jusqu'à 400 tr/mn où la vapeur est envoyée à son tour et le moteur continue son ascension jusqu'à atteindre une vitesse de 1100 tr/min.

A cette vitesse commence l'étape de l'essorage final pendant une certaine période et le moteur décélère puis vient le déchargement du produit avec une vitesse de déchargement 40 tr/min et à la fin du déchargement commence le lavage écran.

III.3. Graficet globale de point de vue système



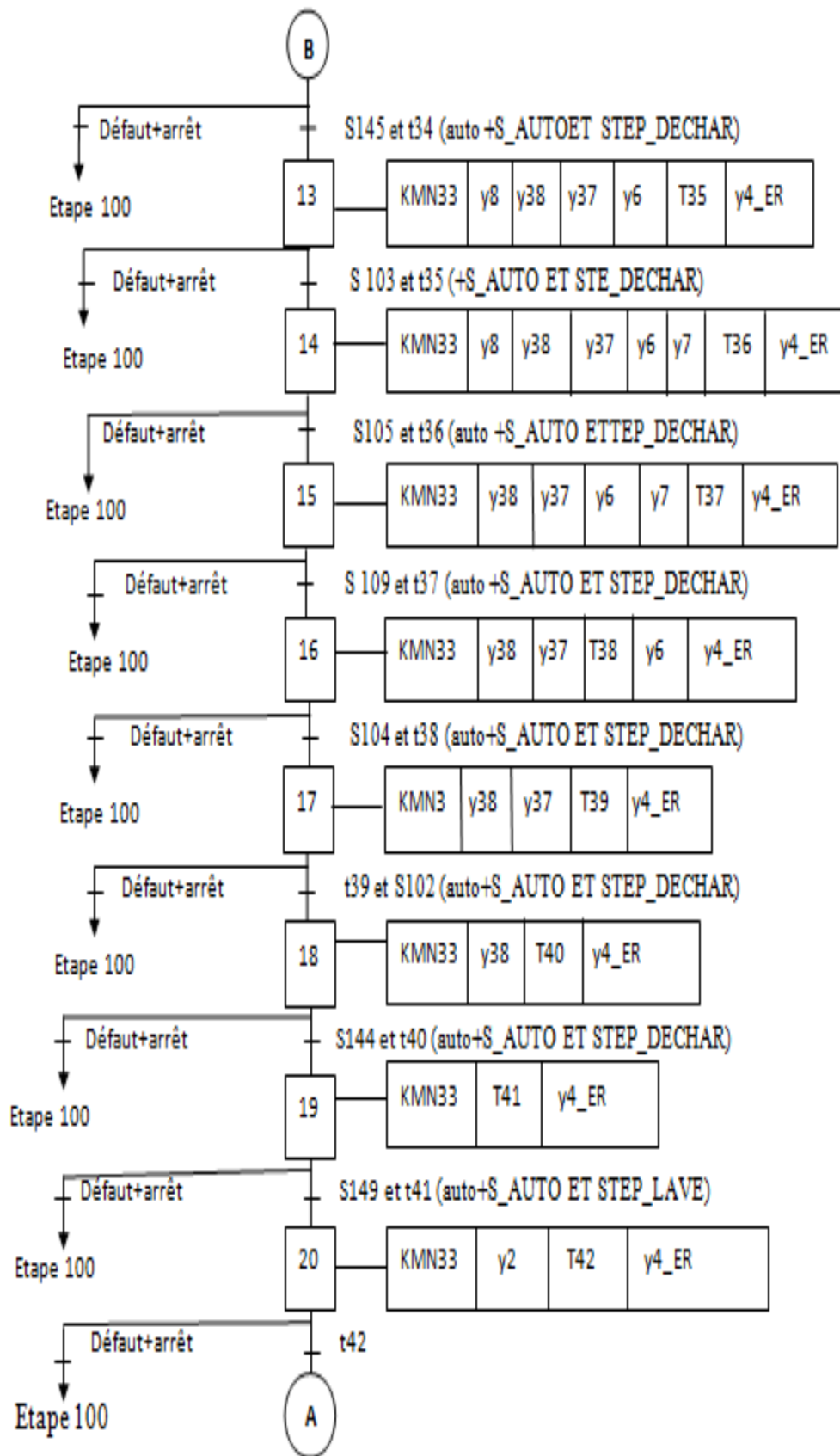


Figure III.1 : Grafjet globale de point de vue système

L'étape 0 : C'est l'étape initiale où le système est en attente.

L'étape 1 : après la vérification des conditions initiales et de l'absence de défaut, en actionnant le bouton marche et le commutateur mode automatique sur le pupitre, l'automate envoie la commande et la cosigne pour le variateur qui fait tourner le moteur à une vitesse de 120 tr/min et au même temps une temporisation est lancée pour calculer le cycle de la turbine donnant l'ordre de l'ouverture de la vanne y4_EP (vanne des égouts pauvre) .

L'étape 2 : ouvrir la vanne de chargement y9 et le clapet de chargement y5 et le tâteur de niveau y10 entre en position de travail et actionne S114, après l'ouverture du clapet de chargement et le détecteur de proximité S115 indique que le clapet de chargement est fermé.

L'étape 3 : fermeture de la vanne y9 et maintenir y5 et ouverture de la vanne y20

L'étape 4 : après le nettoyage de la goulotte, la vanne y20 sera fermée et à un moment donné le moteur arrive à 400 tr/min (vitesse d'accélération)

L'étape 5 : l'automate ouvre la vanne y11 et ouvre y4_ER (égouts riche)

L'étape 6 : ouvrir la vanne y16

L'étape 7 et 8 : le moteur atteint la vitesse maximale 1100 tr/min (vitesse essorage final)

L'étape 9 : le moteur décélère de la vitesse maximale vers la vitesse de déchargement 70 tr/min pendant 25s.

L'étape 10 : ouvrir l'obturateur y8

L'étape 11 : ouvrir centrage d'arbre y38 et maintenir y8

L'étape 12 : ouvrir y37 (verrouillages) et maintenir y38 et y8

L'étape 13 : sortir le déchargeur vertical y6 vers le bas et maintenir y38, y8 et y37

L'étape 14 : sortir le déchargeur horizontal y7 vers le bas et maintenir y38, y8, y37 et y6

L'étape 15 : rentrer l'obturateur y8 et maintenir y38, y7, y37 et y6

L'étape 16 : rentrer y7 et maintenir y38 et y37 et y6

L'étape 17 : rentrer y6 et maintenir y38 et y37

L'étape 18 : rentrer y37 et maintenir y38

L'étape 19 : rentrer y38

L'étape 20: à la fin du déchargement, l'automate envoie la commande d'ouvrir la vanne y2 pour le lavage écran.

III.4. Grafjet évolué

Dans les cas où le grafjet transcrit est trop long pour être confectionné, une solution de découper ce grafjet en tâches a germé et a donné l'idée d'introduire un grafjet dit « évoluer ».

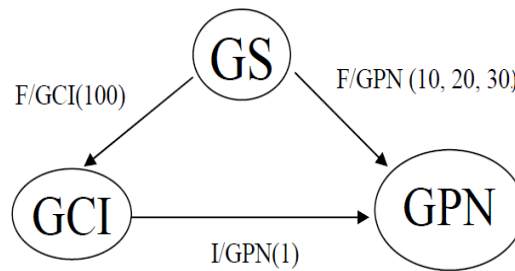


Figure III.2 : Ordre des grafjets

Ce grafjet évolué comporte trois grafjets essentiels à savoir le grafjet de coordination de tâche, un grafjet d'initialisation et de commande et un grafjet de sécurité. Les différents ordres entre grafjets sont tels que :

F/GPN (10,20,30,40,50) : Ordre de forçage issu du grafjet de sécurité à l'encontre du grafjet de production normale qui consiste à activer les étapes initiales des différentes tâches 10,20,30,40,50 et à désactiver toutes les autres étapes.

F/GCI (100) : Ordre de forçage issu du grafjet de sécurité à l'encontre du grafjet d'initialisation et de commande qui consiste à activer l'étape initiale X100 et désactiver toutes les autres étapes.

I/GPN (1) : Ordre d'initialisation issu du grafjet d'initialisation et de commande à l'encontre du grafjet de production normale qui consiste à activer son étape initiale et désactiver toutes les autres étapes.

III.4.1. GRAFCET de sécurité de la turbine

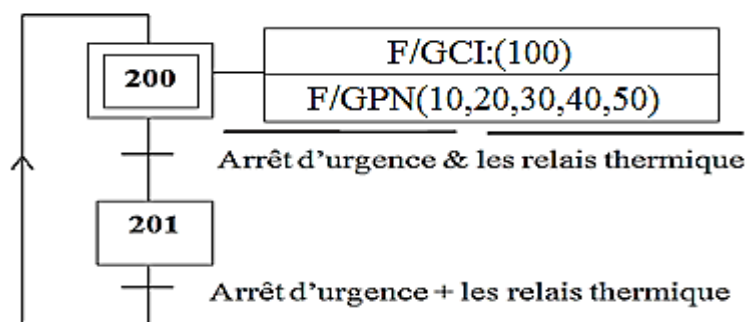


Figure III.3 : GRAFCET de sécurité de la turbine

Le graficet de sécurité à son étape X201 permet un fonctionnement en production normale et lors d'un défaut d'un des relais thermiques ou l'action du bouton d'arrêt d'urgence, le graficet transite vers l'étape X200 où deux instructions majeures sont exécutées. La première adressée à l'encontre du graficet de commande et d'initialisation qui consiste à activer l'étape X100 et la seconde instruction adressée au graficet de production normale qui consiste à activer les étapes initiales des différentes tâches du graficet de production normale.

III.4.2. Graficet de coordination des tâches « GCT ».

C'est le graficet pour lequel le système est conçu, il trace l'évolution des différentes tâches ainsi que la coordination entre elles.

Un graficet ou des graficets dit de production normale «GPN1, GPN2,... » Peuvent être donné à la place du GCT.

Les tâches sont coordonnées par le graficet suivant :

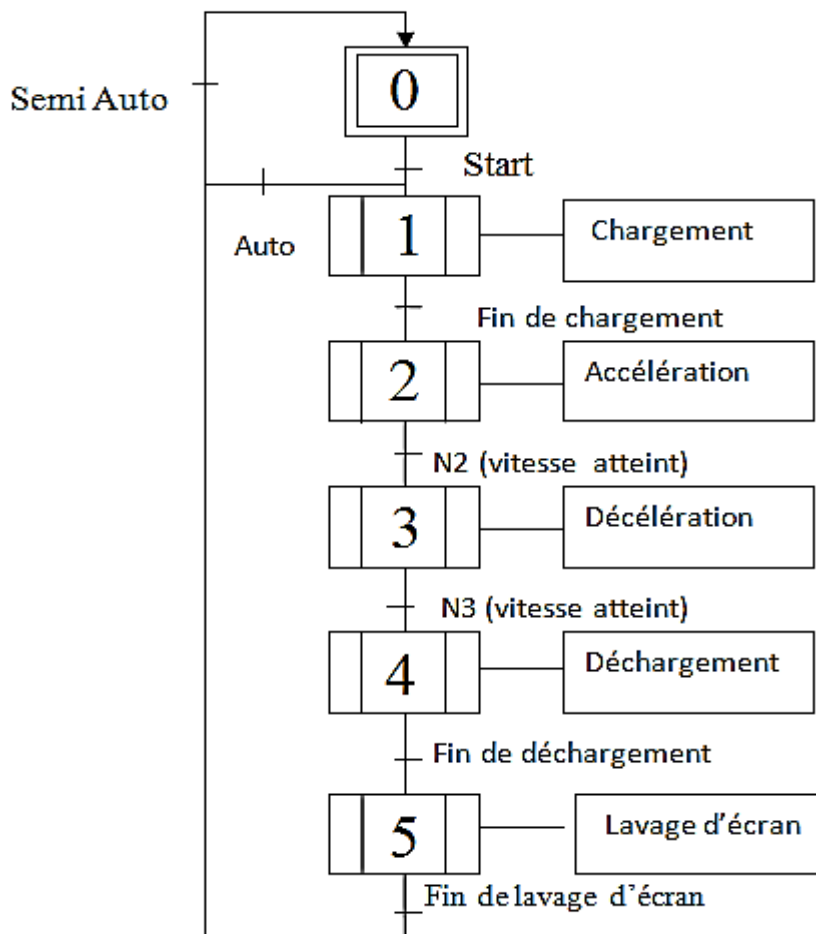


Figure III.4 : GRAFCET de coordination des tâches du point de vue système

III.4.3. Grafjet des tâches

Chaque tâches est représentée indépendamment traçant l'évolution chronologique suivant un cahier de charge précis et elles sont représentées par des grafjets linéaires ou les différentes étapes s'exécutent une à une après que la réceptivité associée soit vérifiée.

a) Tâche 1 : chargement.

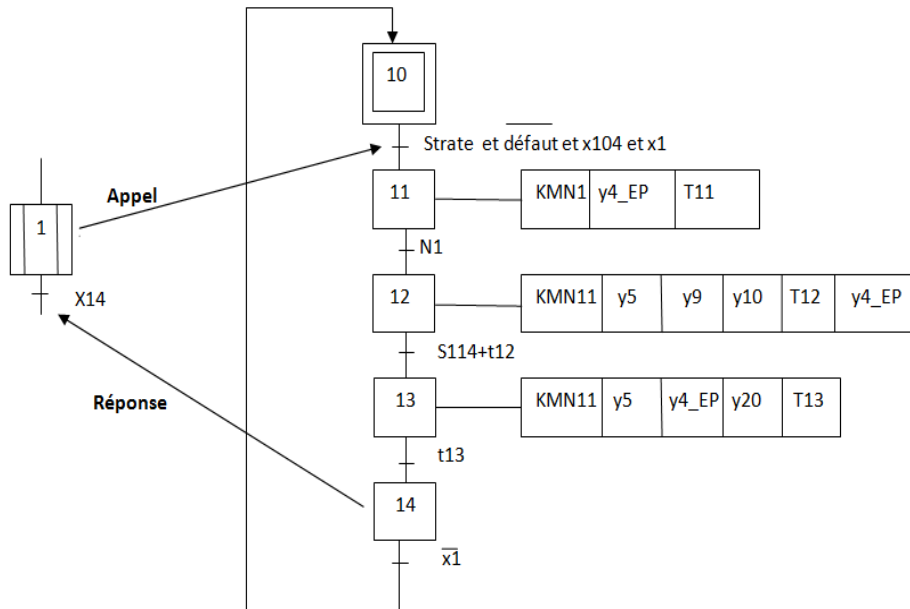


Figure III.5 : Grafjet de la tâche de chargement

b) Tâche 2 : Accélération

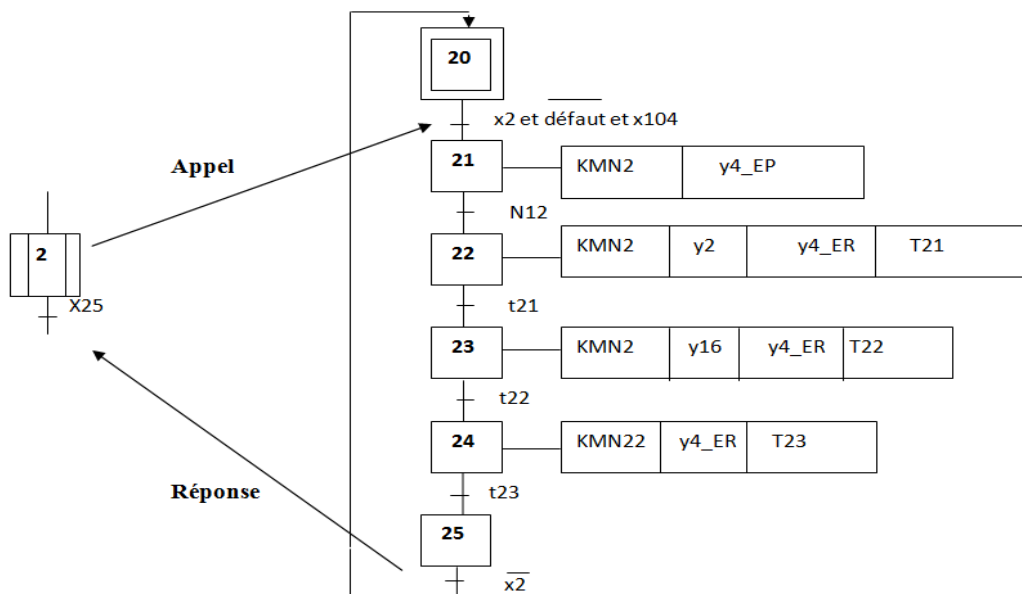


Figure III.6 : GRAFCET de la tâche accélération

c) **Tâche 3 : Décélération**

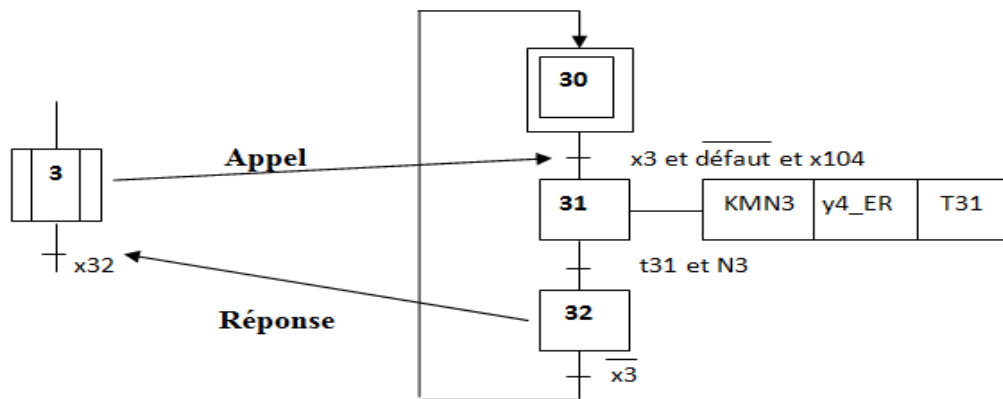


Figure III.7 : Grafjet de la tâche décélération

d) **Tâche 4 : déchargement**

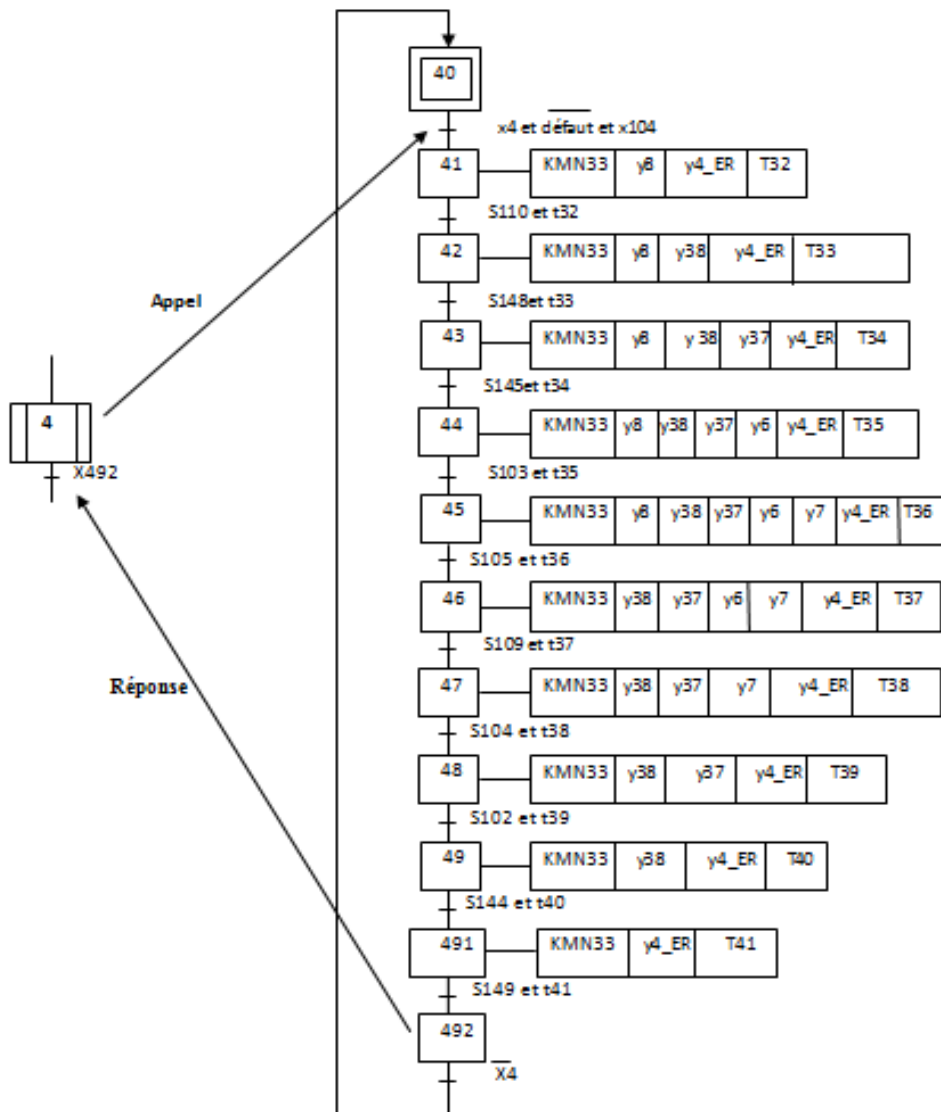
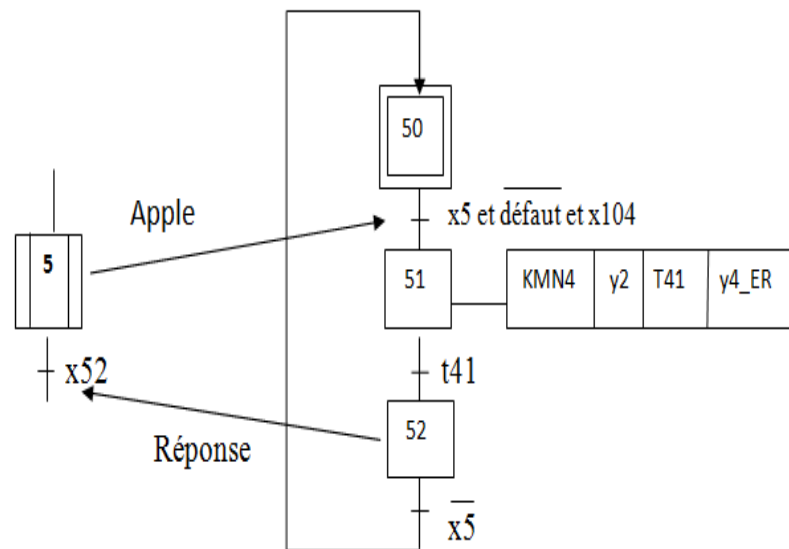


Figure III.8 : Grafjet de la tâche déchargement

e) **Tâche 5 :** Lavage d'écran**Figure III.9:** Graficet de la tâche Lavage écran**Tableau III.1 :** Table des Entrées-Sorties

Symbole	Commentaire	Symbole	Commentaire
Y5	Clapet de chargement	S114	Capteur de niveau en position de travail
Y9	Vanne de chargement	S148	Centrage d'arbre en position de travail
Y4_EP	Vanne des égouts pauvre	S149	Centrage d'arbre en position de repos
Y4_ER	Vanne des égouts riches	S144	Verrouillage en position de travail
Y2	Rampe de clairçage d'eau	S145	Verrouillage en position de repos
Y20	Vanne de rinçage	S102	Déchargeur vertical vers le bas
Y16	Vanne de vapeur	S103	Déchargeur vertical vers le haut
Y6	Déchargeur horizontal	S110	Obturateur en position de travail
Y7	Déchargeur vertical	S109	Obturateur en position de repos
Y8	Obturateur	S105	Sortir le déchargeur horizontal
Y37	Verrouillage	S104	Le déchargeur horizontal rentre
Y38	Centrage d'arbre		

Tableau III.2 : Table des Nomenclatures utilisées

Symbole	Commentaire	Symbole	Commentaire
N1	Vitesse de chargement	KMN11	Vitesse de chargement atteint
N2	Vitesse d'essorage	KMN2	Moteur en accélération N2
N3	Vitesse déchargement	KMN22	Vitesse d'accélération atteint
N4	Vitesse de lavage d'écran	KMN3	Moteur en déchargement N3
N12	Vitesse de Clairçage à l'eau	KMN33	Vitesse déchargement atteint
KMN1	Moteur en chargement N1	KMN4	Moteur en lavage d'écran

III.5. Conclusion

Le grafjet est la première étape à franchir après avoir pris en compte du cahier de charge. Après avoir confectionné le grafjet, la programmation des automates devient systématique.

Chapitre IV

Programmation et supervision

IV.1.Introduction

Actuellement, la logique programmée est devenu un vecteur de commande de presque de tous les systèmes automatisés. Dans cette perspective, pour le système de la turbine centrifugeuse, nous allons confectionner un programme et nous allons l'implanter dans l'automate S7-300 grâce au nouveau logiciel de conception et d'automatisation TIA Portal V15 de Siemens.

Dans ce chapitre, nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle et nous allons réaliser une plateforme de supervision dédiée à ce système.

IV.2. Elaboration du programme d'automatisation du système

Après avoir choisi l'automate « S7-300 » sur lequel nous devons réaliser le projet, on doit d'abord se familiariser avec son logiciel de programmation, ensuite passer à la mise en œuvre du programme, le simuler et s'assurer que le cahier de charges est respecté et finalement l'implémenter sur l'automate.

IV.2.1. Etapes de réalisation du programme

Les points qui résument le déroulement réel de la réalisation du programme sont énumérés comme suit :

- 1) La liste des entrées/sorties ;
- 2) La conception de l'architecture de contrôle ;
- 3) La création de la table des variables ;
- 4) La création et la programmation des blocs FC et DB ;
- 5) L'ajout de nouveau type de données ;
- 6) Le traitement des grandeurs analogiques ;
- 7) Le réglage des alarmes ;
- 8) Le traitement du programme de tous les actionneurs ;
- 9) Les blocs de traitement (moteur, analogique, des vannes manuel, ...) sont appelés par d'autre blocs afin de créer les programmes principaux.

IV.2.2. Configuration et paramétrage du matériel

Une fois que le projet est créé et la station de travail configuré par, entre autre le choix de l'automate et de tous les modules nécessaires, vient alors, le choix de l'interface homme/machine IHM nécessaire au système.

Après l'identification des entrées-sorties (E/S) et le choix de l'automate S7-300 avec une CPU 315C-2 PN/DP, nous allons introduire les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques et pour cela, le choix s'est porté sur la PS 307 5A et se fera comme suit :

- 2 Modules d'entrées digitales DI 32x 24 VDC ;
- Module de sorties digitales DI 32x24 VDC ;
- 1 Module d'entrées analogiques AI 8x12 bits ;
- 1 Module de sorties analogiques AO 8x12 bits.

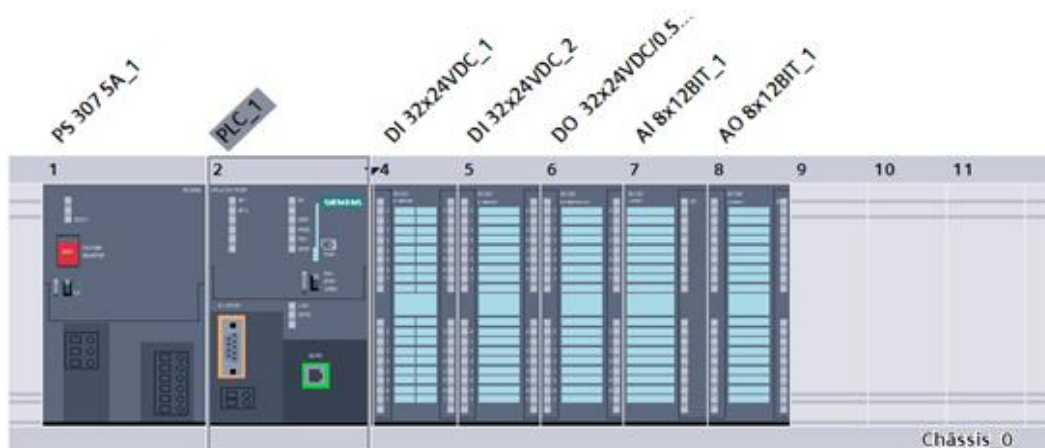


Figure IV.1 : Présentation de l'API « PLC_1 [CPU 315C-2 PN/DP]».

La figure (IV.1) représente l'automate S7-300 de Siemens et les modules complémentaires.

IV.2.3. Création de la table des variables

Dans tout le programme, il faut définir la liste des variables utilisées lors de la programmation. Pour cela, une table des variables est créée avec utilisation de noms appropriés dans le but de rendre le programme plus compréhensible et surtout plus facile à manipuler.

Après avoir recensé les entrées/sorties caractérisant le système, la table des variables est éditée (voir les tableaux IV.1 Annexe) en respectant minutieusement le cahier de charges pour les entrées (les fins de courses, les défauts, position disjoncteur, position des relais

thermique, position des vannes TOR et manuel, les retours de marche et d'arrêt, les différents transmetteurs de température, de pression) et les sorties (mise en marche ou en arrêt des pompes principales et secondaires, mise en marche ou en arrêt des réchauffeurs).

IV.2.4. Les blocs du programme

La rubrique bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation. Il englobe les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

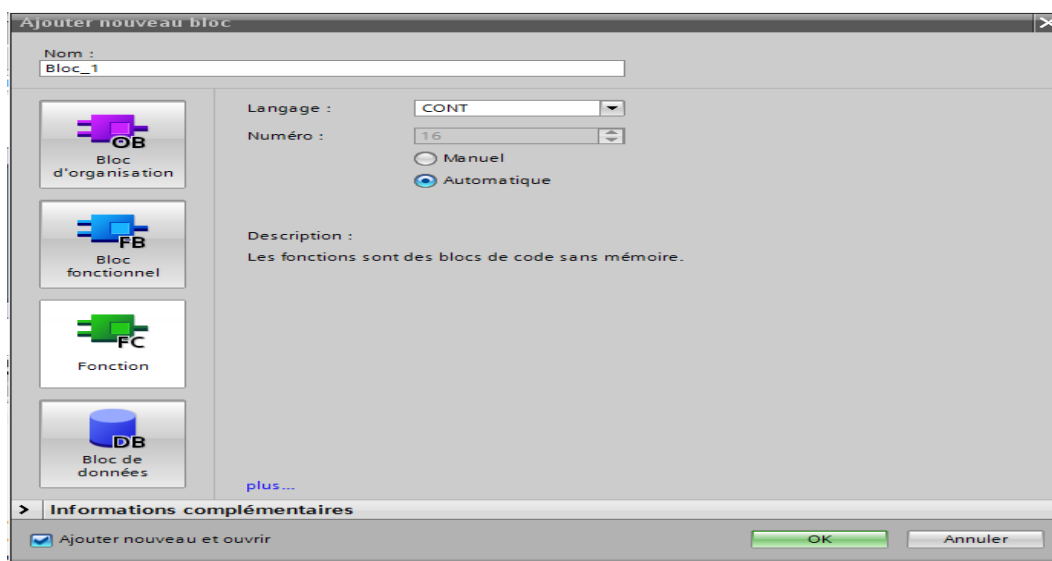


Figure IV.2 : Fenêtre d'ajout de nouveau bloc

a) Les blocs d'organisation (OB)

Le bloc organisationnel OB1 est créé automatiquement lors de la création d'un projet, c'est un bloc organisationnel excité d'une manière cyclique (programme principal).

b) Les blocs de fonctions FC1.....FC5

Les blocs de fonctions représentent tous le GRAFCET de fonctionnement, de défaut, de commande de sorti, de la gestion de vitesse et les utilités qui sont traduits en langage à contact et par suite programmés. Chaque fonction représente une séquence ou un traitement de défaut.

c) Les blocs de données DB3 et DB4

Ces blocs servent à stocker les informations et les données du programme.

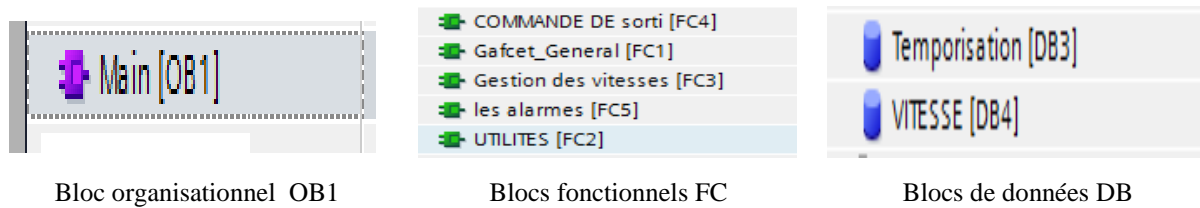


Figure IV.3 : Les différents blocs utilisés

IV.3. Programmation des blocs

Le bloc OB1 est automatiquement créé lorsqu'on crée un nouveau projet.

IV.3.1. Bloc FC1

Le bloc fonctionnel FC1 représente le programme correspondant au grafcet général, le programme est réalisé avec le langage à contact.

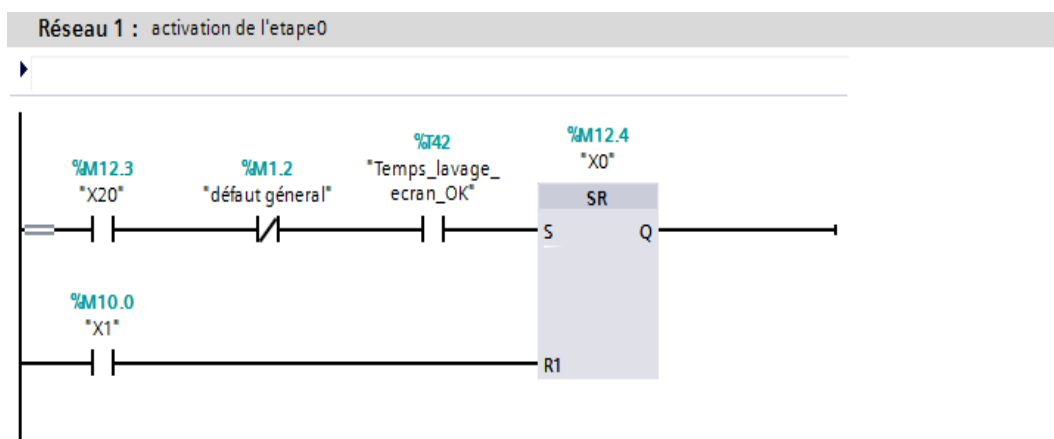


Figure IV.4 : Réseau d'activation de l'étape initiale du grafcet général

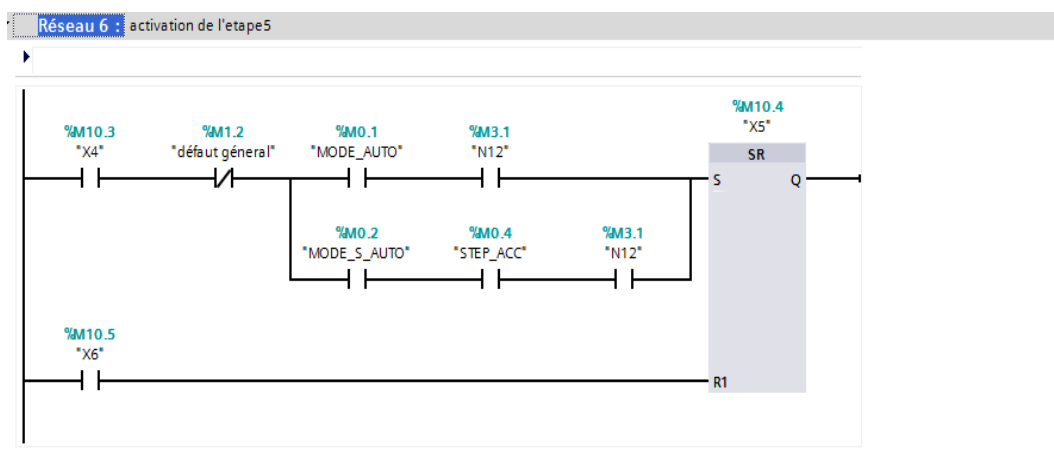


Figure IV.5 : Réseau d'activation de la séquence clairçage d'eau

IV.3.2. Bloc FC2 (les utilités)

Le bloc fonctionnel FC2 représente les modes de marche et les temporisations utilisés dans le système.

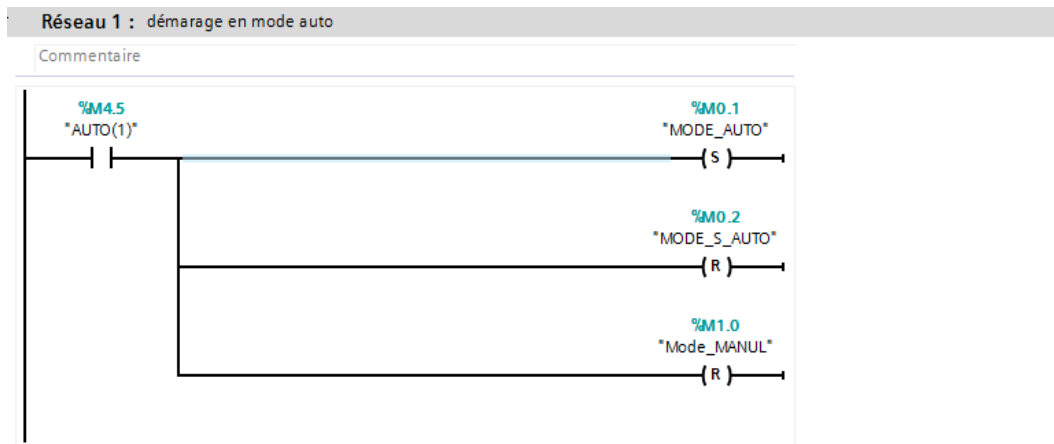


Figure IV.6 : Réseau d'activation le mode AUTO

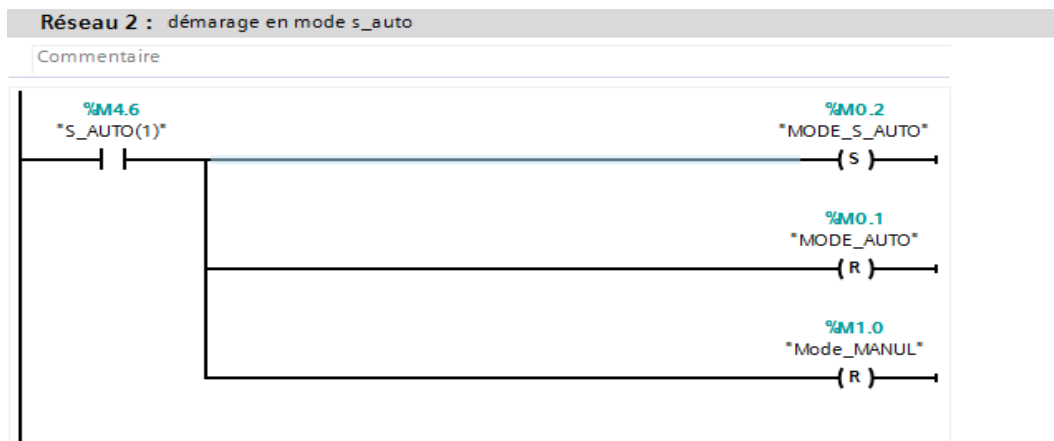


Figure IV.7 : Réseau d'activation du mode Semi-AUTO

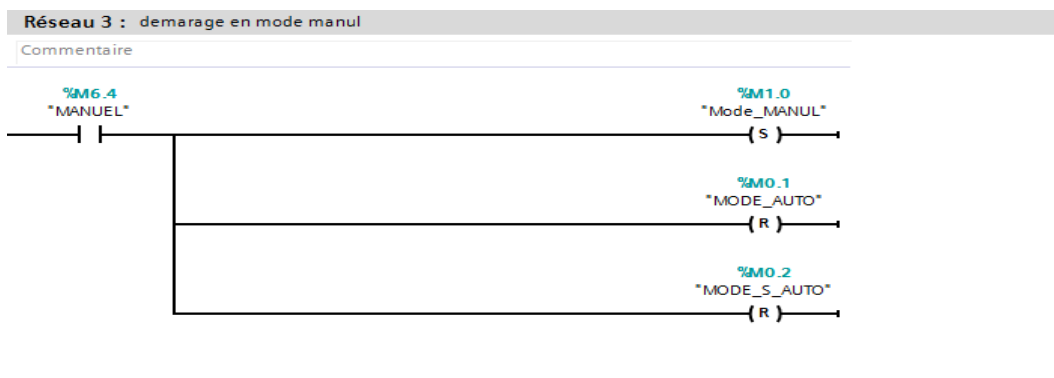


Figure IV.8 : Réseau d'activation du mode MANU

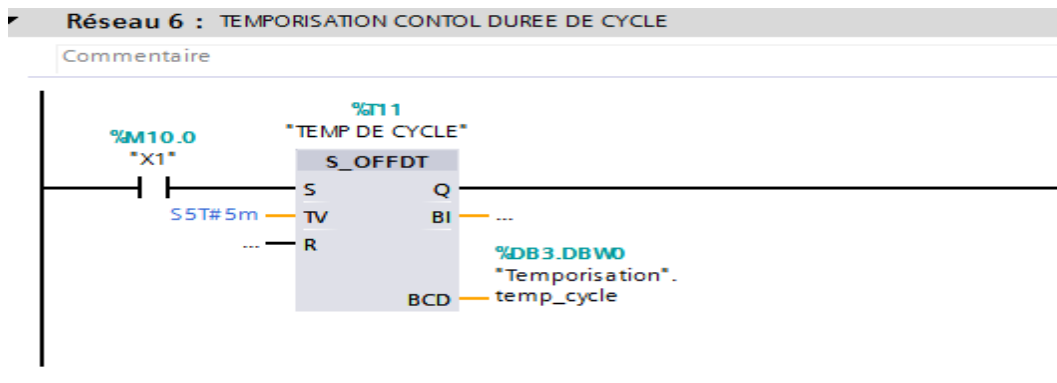


Figure IV.9 : Réseau d'activation la temporisation de cycle

IV.3.3 Bloc FC3 (gestion de vitesse)

Le bloc fonctionnel FC3 représente les vitesses du moteur pour réaliser le cycle de la turbine du système.

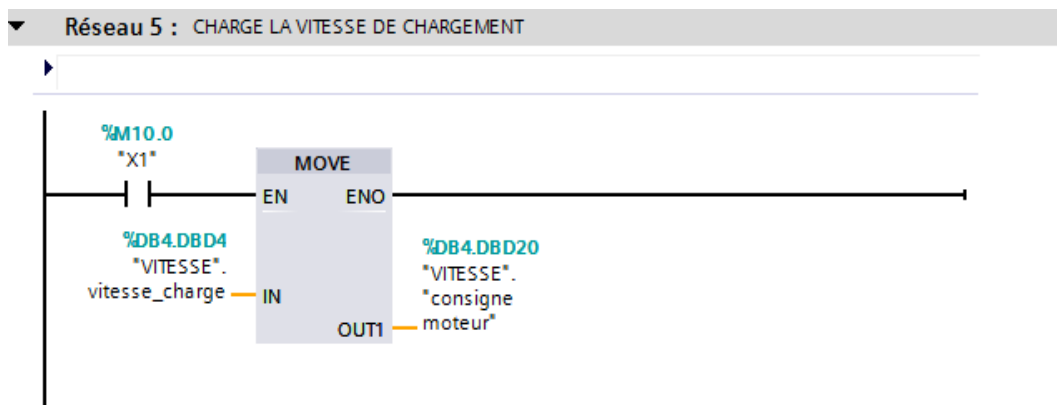


Figure IV.10 : Réseau du chargement de la vitesse

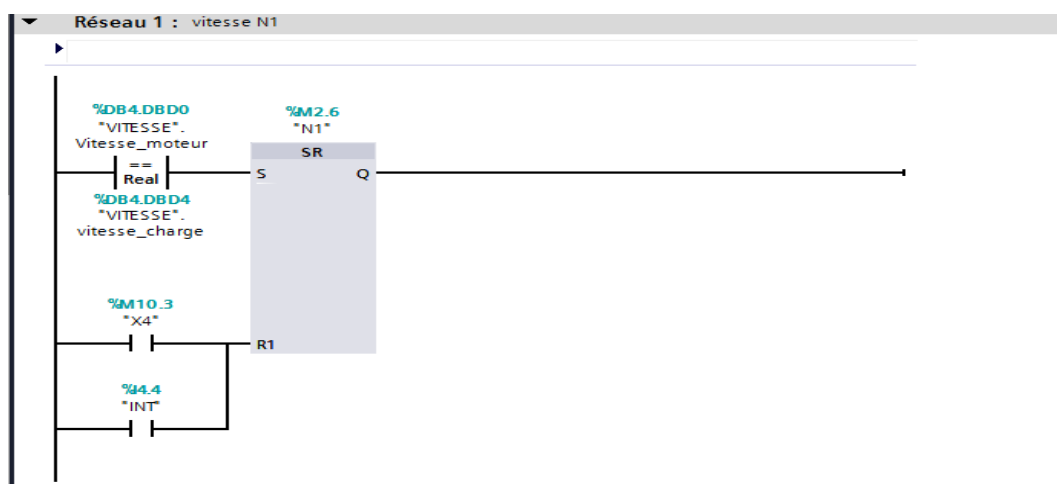


Figure IV.11 : Réseau d'activation de la vitesse N1

IV.3.4. Bloc FC4 (commande de sorti)

Le bloc fonctionnel FC4 représente la commande des sorties du système.

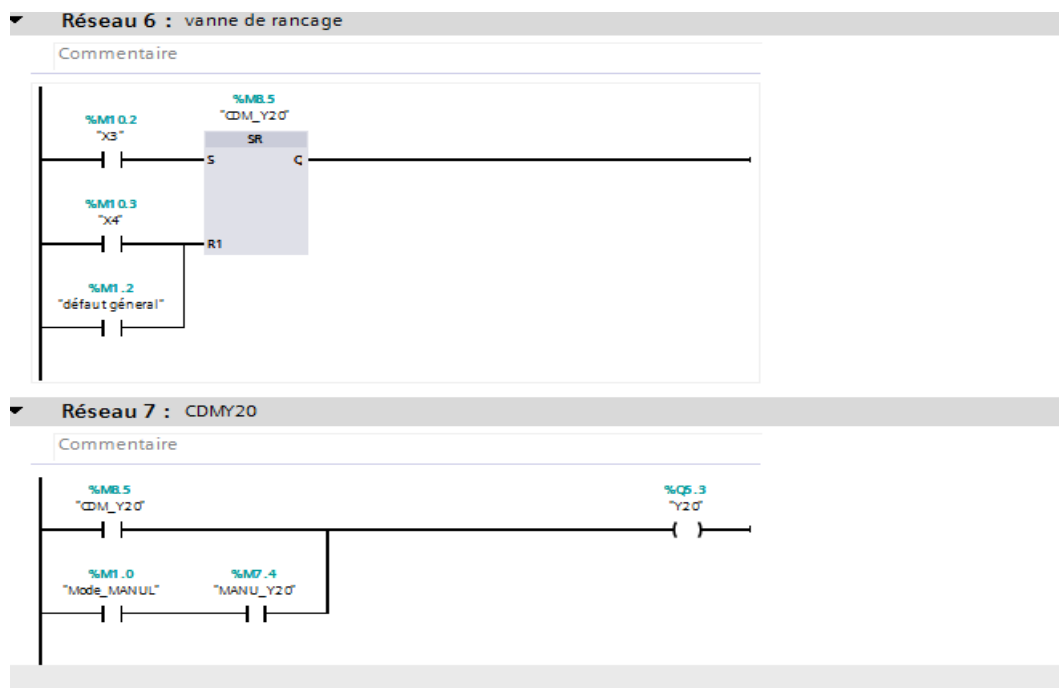


Figure IV.12 : Réseau d'activation des sorties de la vanne d'essorage

IV.3.5. Bloc FC5 (les alarmes)

Le bloc fonctionnel FC5 représente les défauts qui peuvent survenir au système.

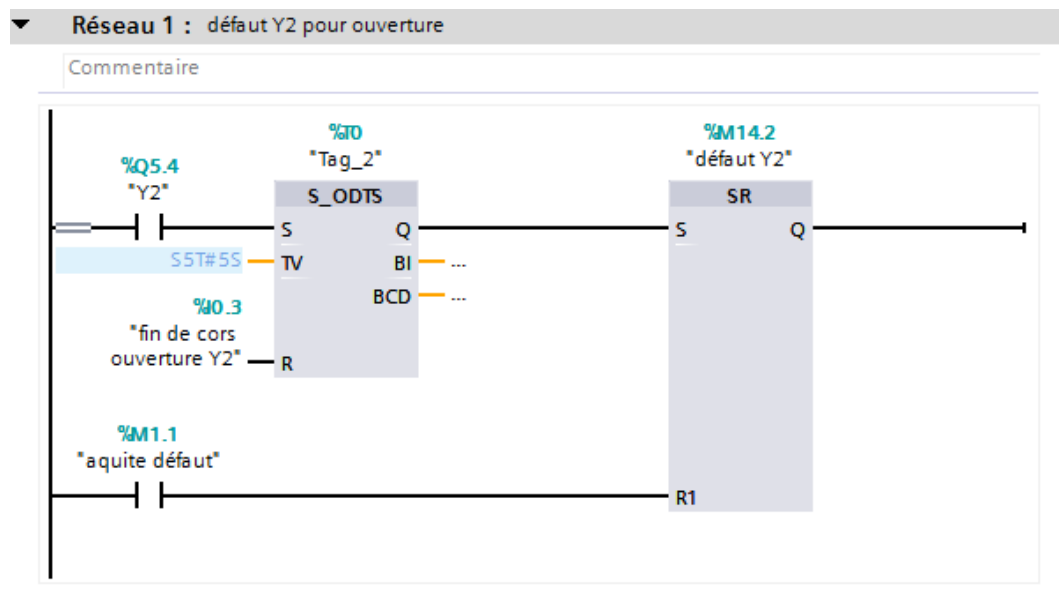


Figure IV.13 : Réseau d'activation de l'alarme d'ouverture de la vanne clairçage d'eau

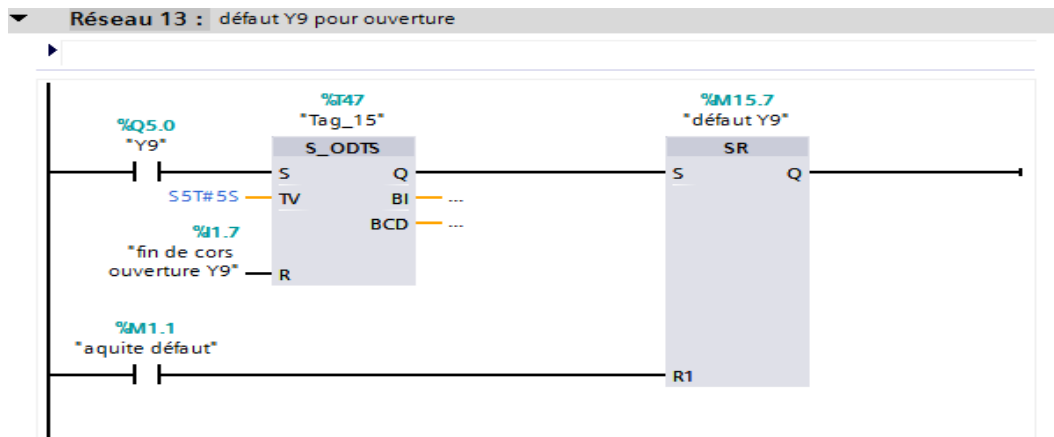


Figure IV.14: Réseau d'activation de l'alarme d'ouverture de la vanne de la masse cuite Y9

IV.4. Supervision et Simulation

Dans le cadre d'une évolution conduisant à une automatisation de plus en plus globale, l'automate est associé à d'autres matériels en vue de permettre « un dialogue » avec les agents d'exploitation.

Avec le développement des API, de nouvelles gammes d'interfaces sont apparues, elles permettent d'élargir les possibilités de dialogue via des échanges de messages numériques et alphanumériques puis avec une représentation des machines et de l'installation par une imagerie animée appelée « supervision ».

Le système de la supervision permet à l'opérateur de suivre l'évolution et la conduite du process. L'objectif de la supervision est la présentation en temps réel les valeurs et les résultats des différentes grandeurs utilisées dans les processus industriels.

IV.4.1. Critères du choix de l'interface IHM

Une interface homme machine doit toujours répondre à des critères spécifiques :

- Souplesse et robustesse ;
- l'outil doit s'adapter à l'homme et non l'inverse ;
- l'outil doit rendre le comportement du système prévisible ;
- il doit diminuer le temps de recherche d'une information ;
- facilite la prise d'informations.

Dans ce projet, nous avons opté pour une IHM (interface homme machine) de type PC généralement, c'est l'outil qui joint l'automate à l'opérateur, elle est considérée comme étant l'ensemble des dispositifs matériels et des logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique et elle est dotée d'une interface Industriel Ethernet avec laquelle le PC et l'automate vont pouvoir communiquer.

IV.4.2. Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut avoir préalablement pris connaissance des éléments de la centrale automatisée, ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé. L'interface de supervision IHM est réalisée sous TIA Portal.

IV.4.2.1. WinCC sur TIA portal

WinCC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation. Le SIMATIC WinCC dans le TIA Portal fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement.

C'est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour les systèmes multipostes basés sur PC.

IV.4.2.2. Conduite de réalisation de la supervision

Voici les points qui résument le déroulement réel de la réalisation de la supervision :

- La configuration et le paramétrage du matériel ;
- La création de la table des variables IHM ;
- La création des vues ;
- La conception de l'architecture des vues ;
- Etablissement d'une liaison directe entre les outils de supervision ;
- Compilation et Simulation.

IV.4.2.3. Configuration et paramétrage du matériel

La figure ci-dessous est une représentation de la vue d'ajout d'une IHM.

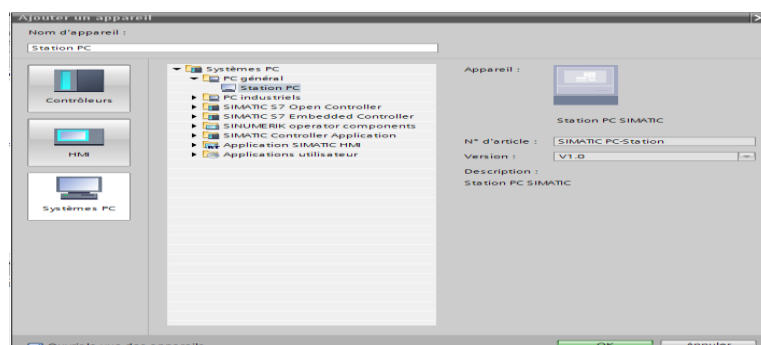


Figure IV.15: Méthode d'ajout d'une interface homme machine

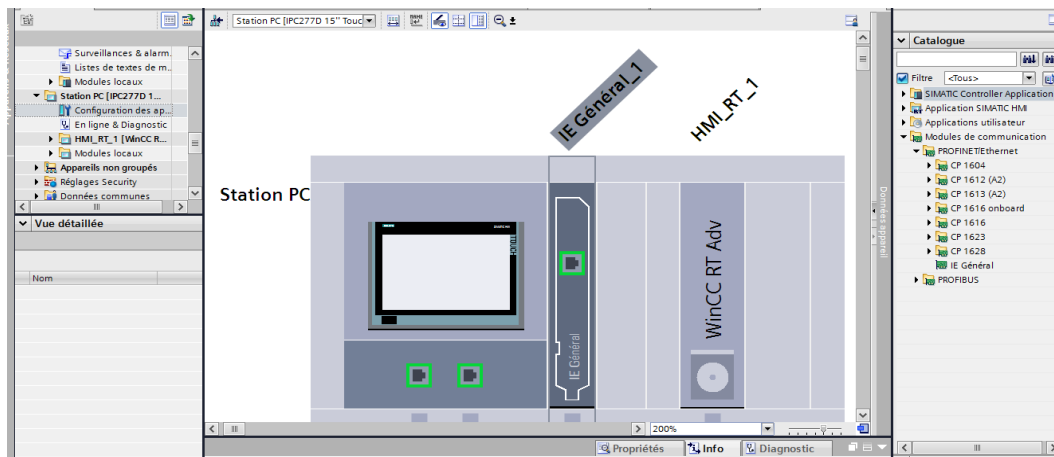


Figure IV.16: Représentation de la station interface homme machine

Après avoir choisi l'interface sur laquelle la supervision est réalisée, il faudrait se familiariser avec le logiciel de supervision WinCC Run time Advanced, ensuite passer à la mise en œuvre.

IV.4.3. Création de vue

L'interface TIA Portal V15 permet de créer de vue afin de contrôler et de commander le système de la turbine centrifugeuse. Lors de la création de vue, des objets prédéfinis permettant d'afficher la procédure et de définir les valeurs du système sont disponibles.

IV.4.3.1. Constitution d'une vue

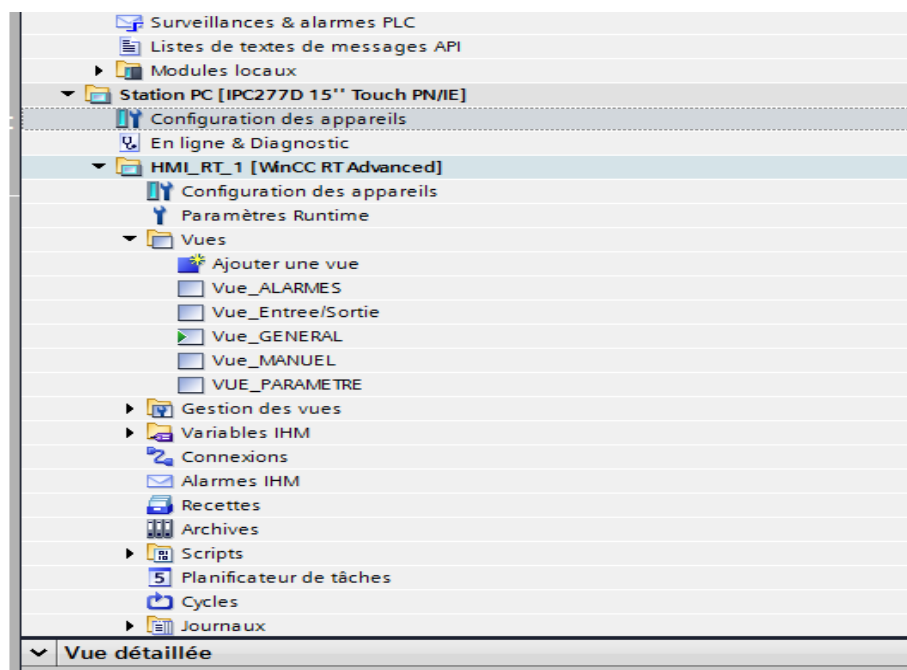


Figure IV.17: Création de vue

Une vue peut être composée d'éléments statiques tels que du texte et d'éléments dynamiques qui varient en fonction de la procédure. Ils indiquent les valeurs du système actuelles à partir de la mémoire de l'automate ou du pupitre. Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation de vue du système du projet. La fenêtre des outils contient différents types d'objets fréquemment utilisés dans la vue du système. Pour créer une vue, on clique sur IHM puis sur « ajouter une vue ». La figure ci-dessous est une représentation de l'onglet de création de la vue.

IV.4.3.2. Vue du système

Le système de la turbine centrifugeuse peut être représenté dans une vue. La figure ci-dessous représente la vue du système de la turbine centrifugeuse.

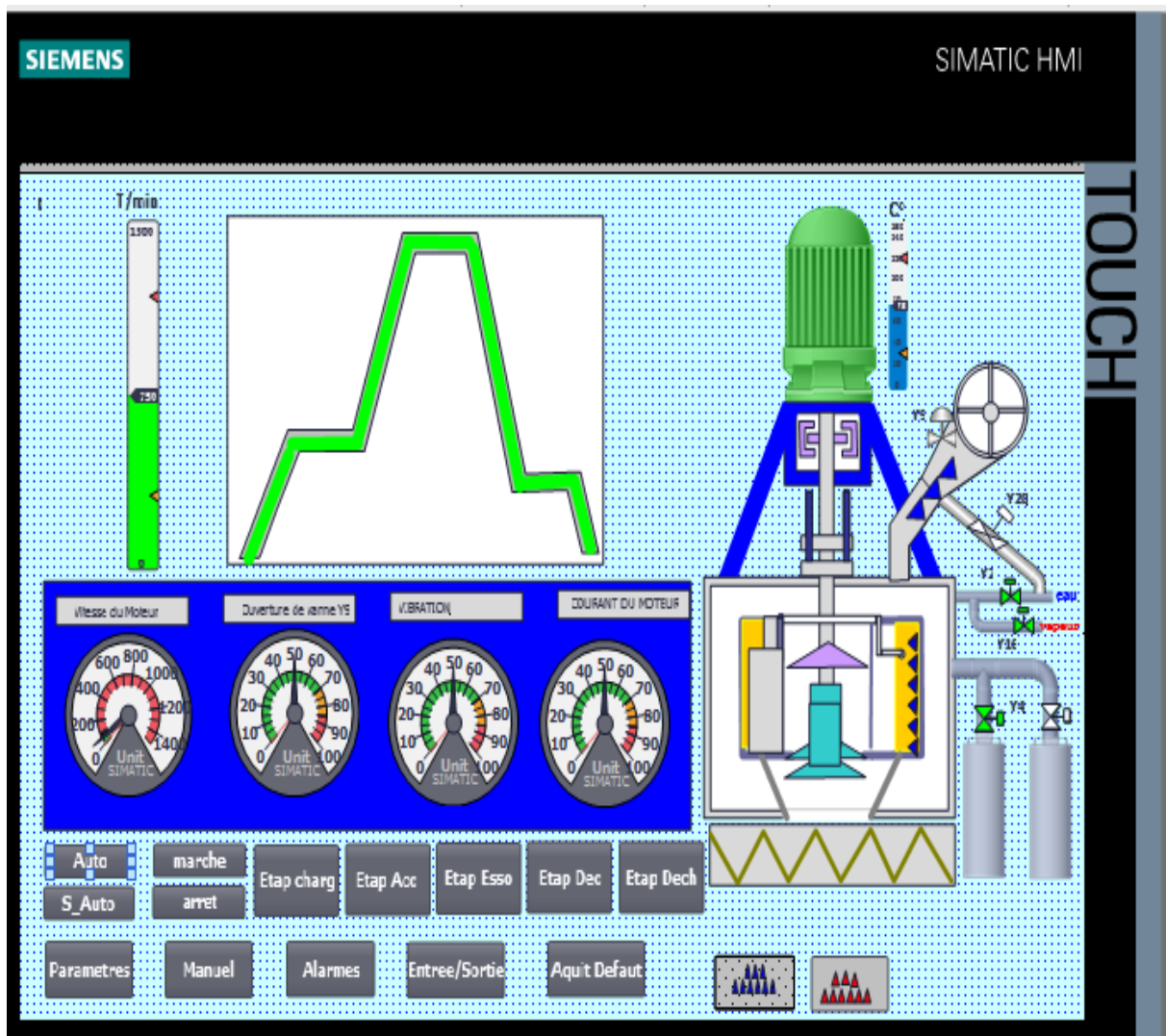


Figure IV.18: Vue générale de la turbine centrifugeuse

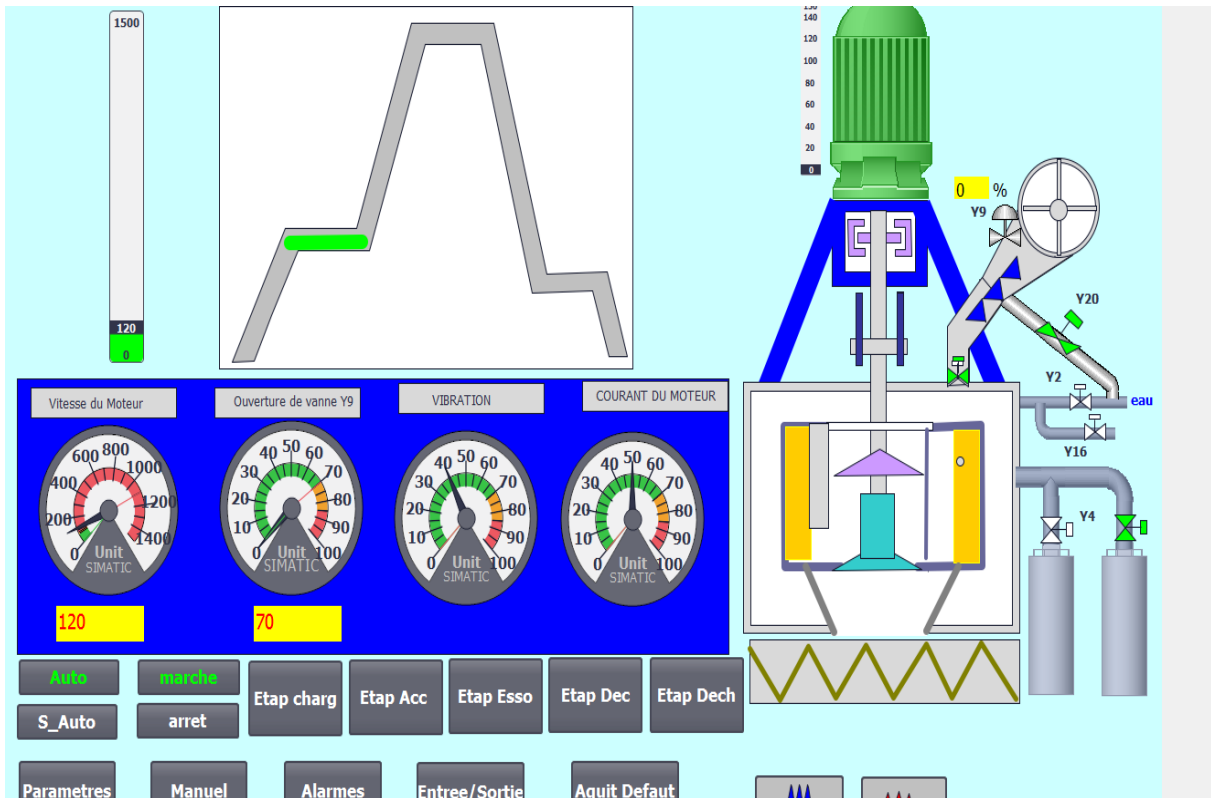


Figure IV.19: Vue générale de la turbine à l'étape de chargement

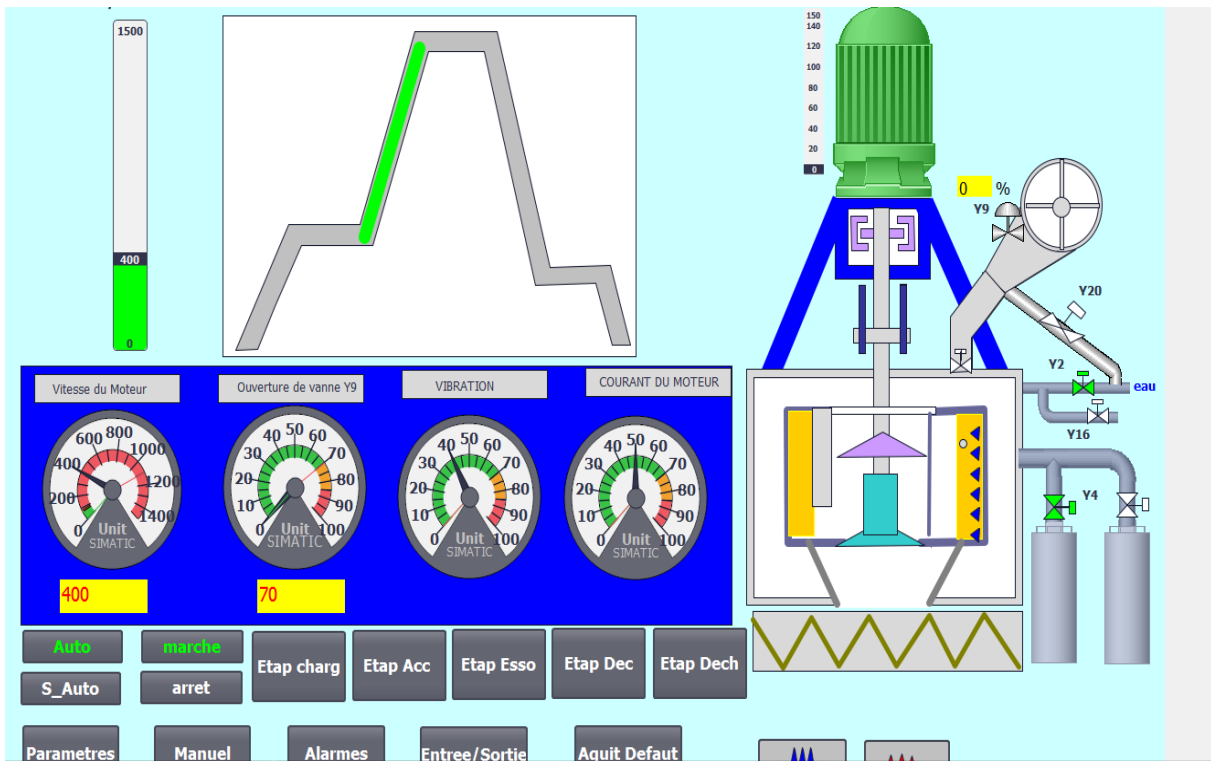


Figure IV.20: Vue générale de la turbine à l'étape d'accélération

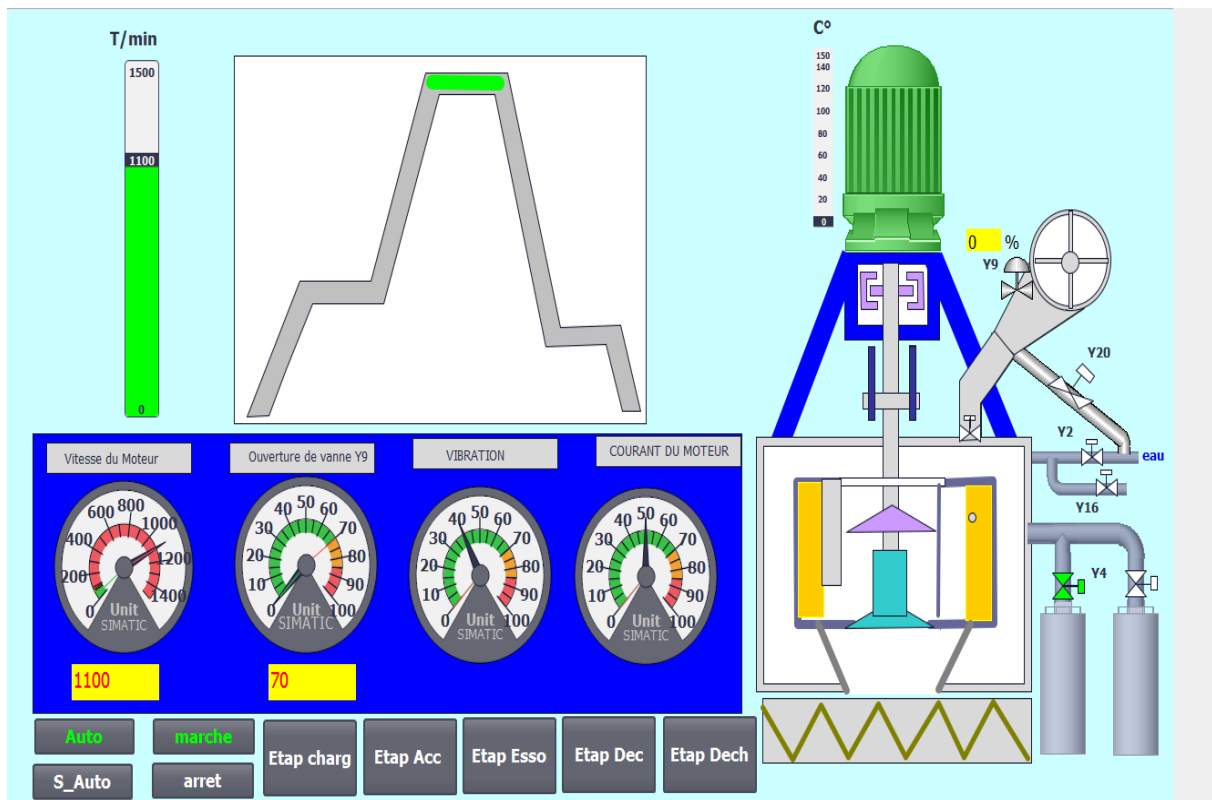


Figure IV.21: Vue générale de la turbine à l'étape d'essorage

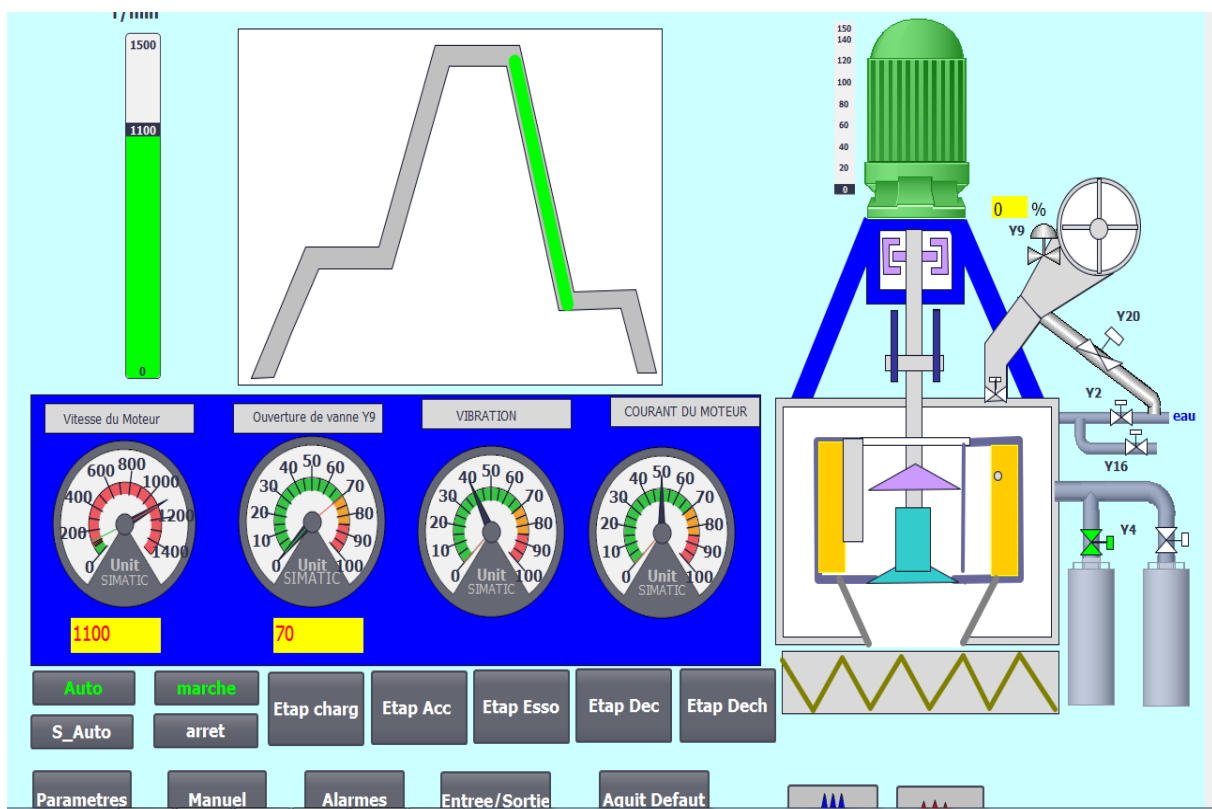


Figure IV.22: Vue générale de la turbine à l'étape décélération

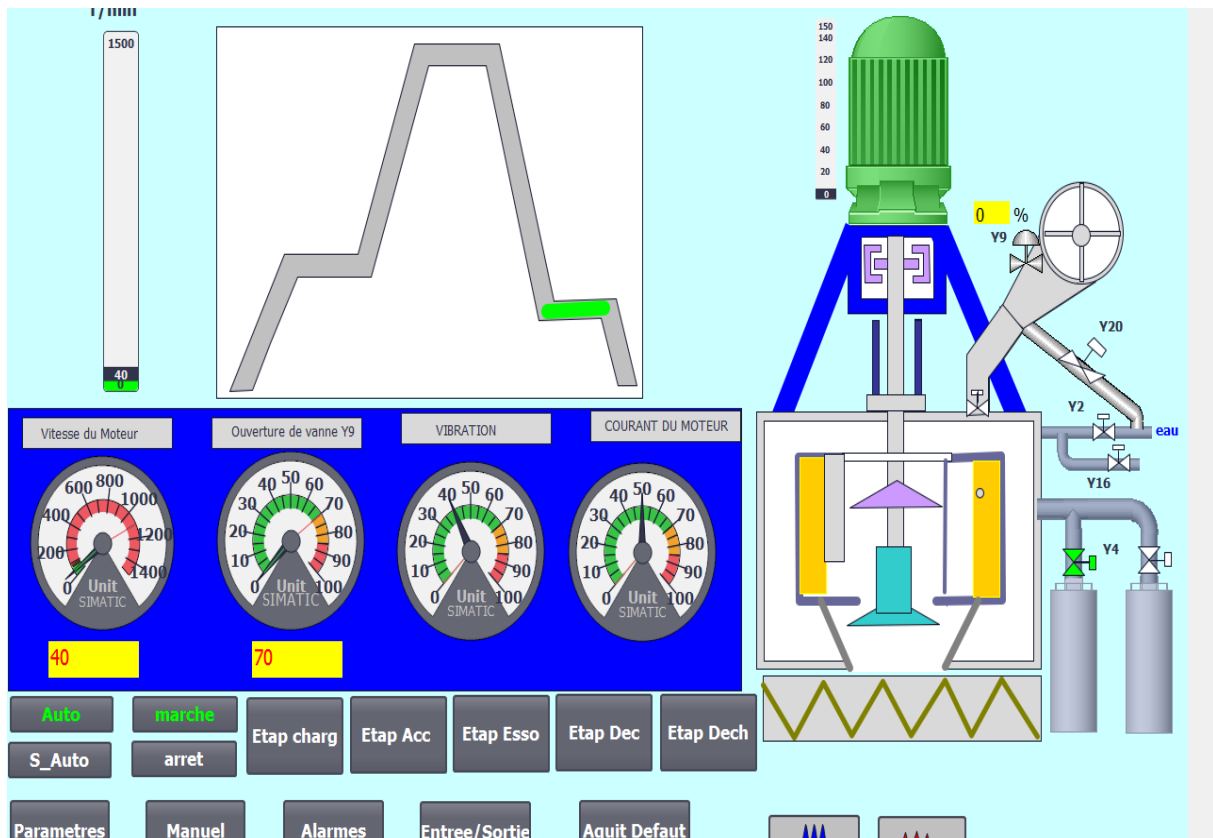


Figure IV.23: Vue générale de la turbine à l'étape déchargement

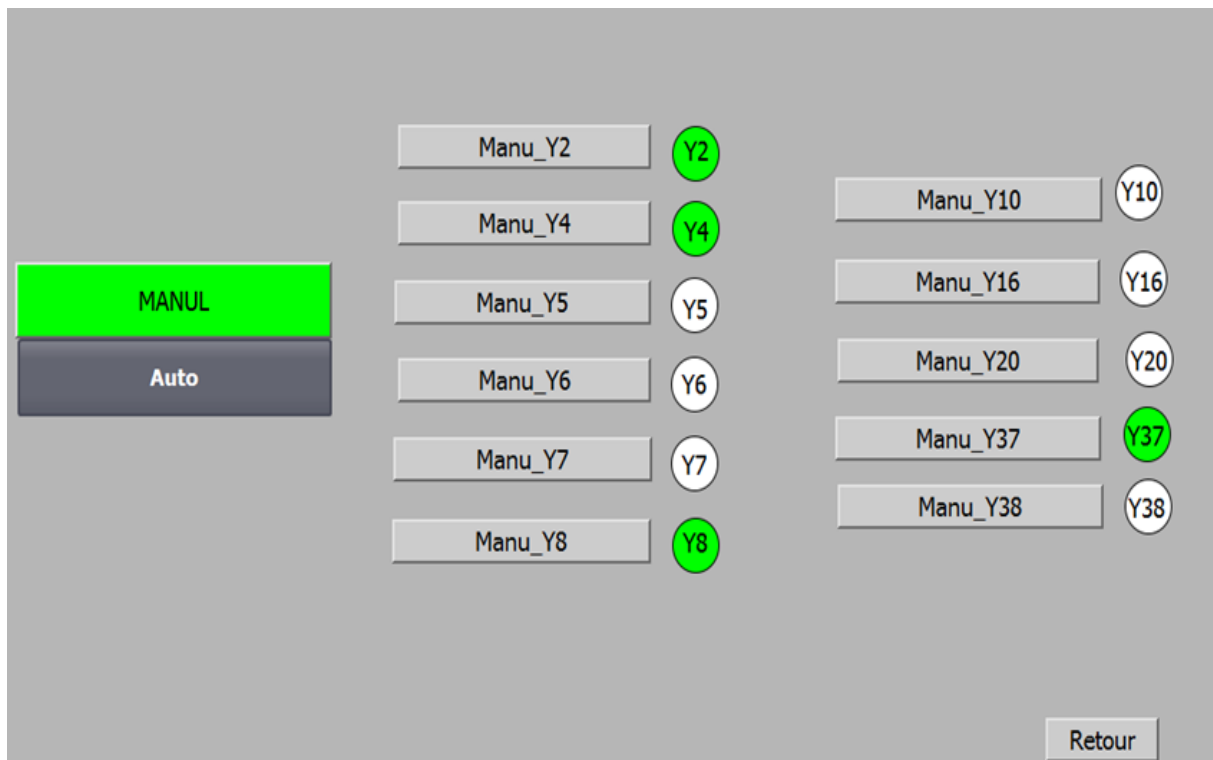


Figure IV.24: Vue manuelle

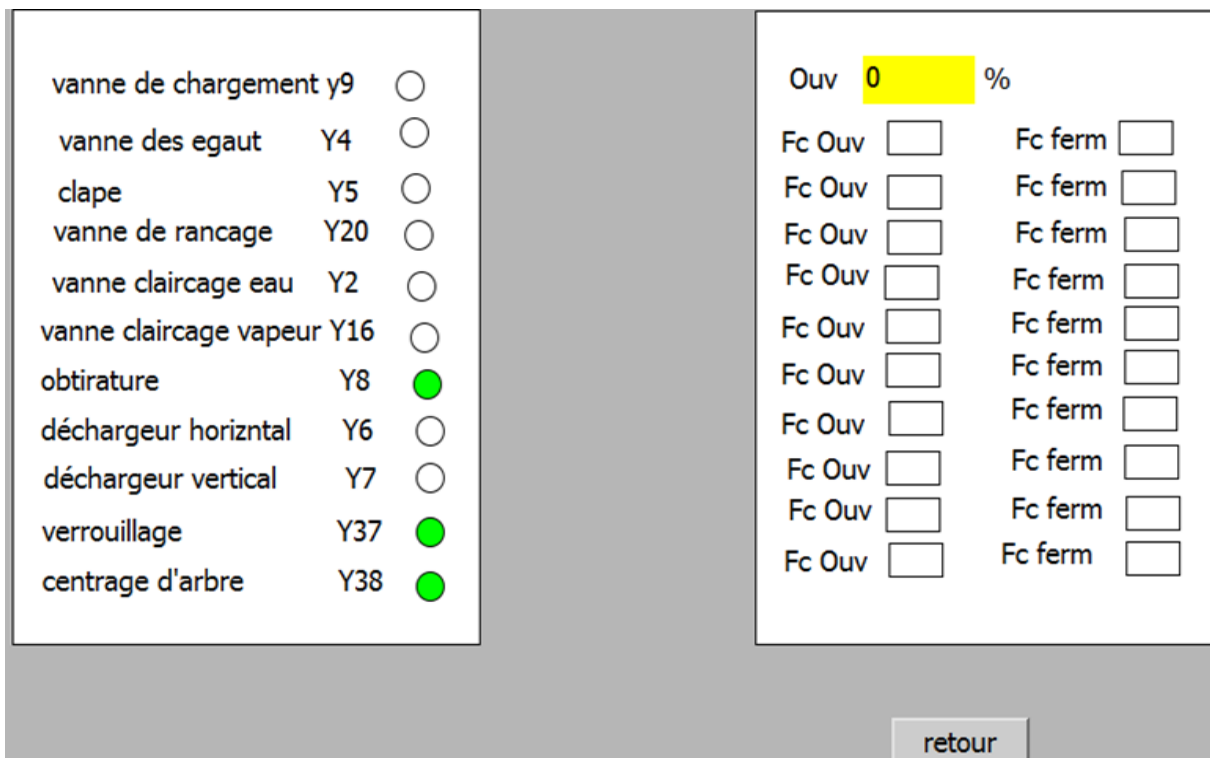


Figure IV.25: Vue d'entrées-sorties

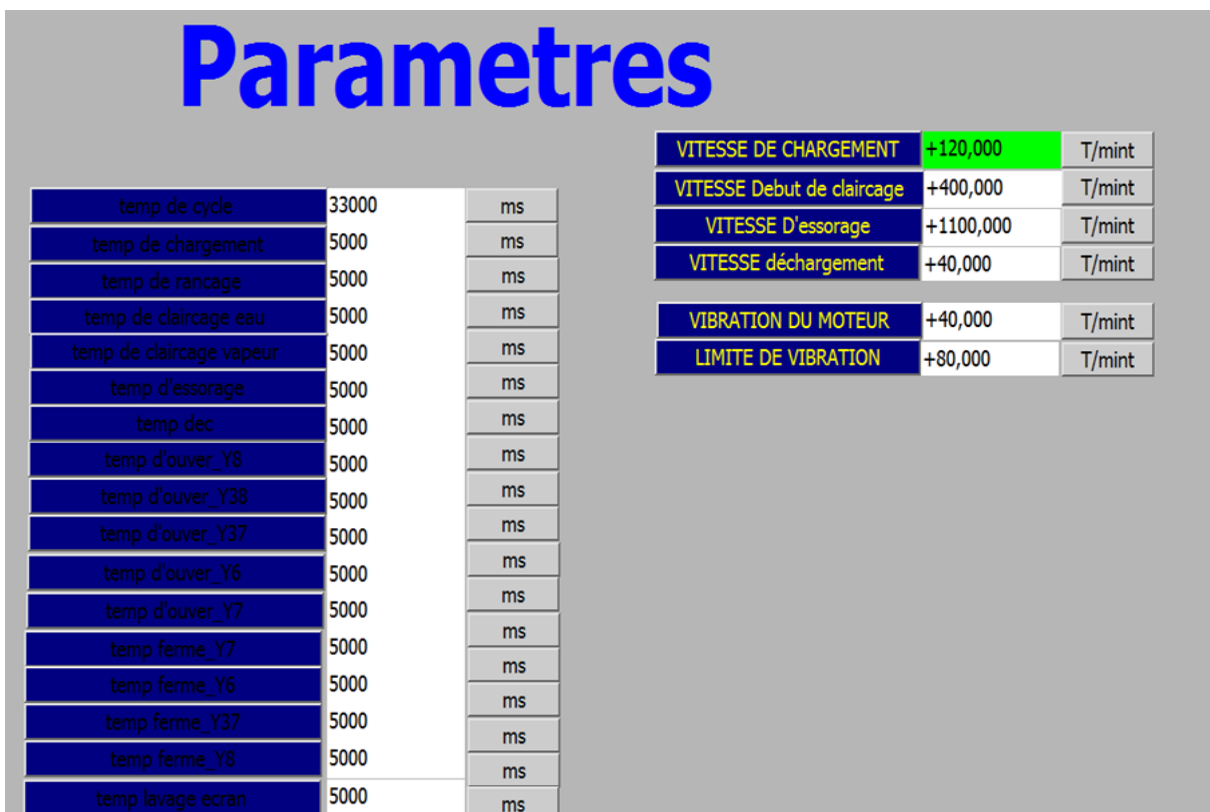


Figure IV.26: Vue des paramètres

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquitter le groupe
15	13:57:35	19/08/2020	A	defaut dechargeur horizontal Y7	0
14	13:57:30	19/08/2020	A	defaut de dechargeur vertical Y6	0
3	13:57:25	19/08/2020	A	defaut de verrouillage Y37	0
4	13:57:20	19/08/2020	A	defaut de centrage arbre 38	0
1	13:57:20	19/08/2020	A		0
11	13:56:49	19/08/2020	A	defaut de la vanne de clairage d'eau Y2	0
13	13:56:30	19/08/2020	A	defaut de clapet Y9	0
12	13:56:30	19/08/2020	A	defaut de la vanne des egouts Y4	0
8	13:56:30	19/08/2020	A		0
2	13:56:30	19/08/2020	A	defaut palpeur de niveau Y10	0
6	13:53:50	19/08/2020	A	defaut de vibration	0

Figure IV.27: Vue des alarmes

IV.5. Conclusion

Les différentes étapes de la création du programme sous TIA PORTAL V15 et son exécution sont présentées ainsi que des aperçus sur les blocs utilisés lors de la programmation.

L'automatisation de la turbine centrifugeuse sert à augmenter la sécurité de l'opérateur et de réduire les efforts physiques et aussi augmenter d'une manière considérable la précision et surtout la rapidité des tâches à réaliser.

Après avoir lancé le programme de fonctionnement de la centrale, un objectif est la création de l'interface homme-machine (IHM) en vue de la supervision des trois systèmes.

Dans ce qui suit, nous récupérerons les états des variables, celles qui nous intéressent le plus, pour exploiter les performances de Win CC Flexible sous TIA Portal dans le but de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

Une interface Homme/Machine est créée, ce qui va nous permettre de contrôler et de commander la centrale à distance et ceux grâce à une connexion de type TCP/IP.

La création d'une Interface Homme/Machine exige non seulement une bonne connaissance des procédures et des étapes de mise en œuvre d'une supervision, mais aussi un bon esprit d'analyse, et une bonne vision logique des effets.

Conclusion générale

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

Notre travail est porté sur l'automatisation et la supervision de la turbine centrifugeuse utilisée par la raffinerie de sucre, et cela en utilisant l'automate programmable S7-300, cette automatisation a été réalisée grâce au nouveau logiciel " TIA Portal V15 " de Siemens.

Le passage en revue des automates programmables industriels, leurs caractéristiques et leurs rôles dans la réalisation des tâches d'automatisation, ainsi que le langage de programmation utilisé ont été abordés pour une ample compréhension du programme réalisé.

L'utilisation de l'automate " S7-300 " et la maîtrise du nouveau logiciel de Siemens "TIA Portal V15", nous a permis de programmer le fonctionnement de la turbine centrifugeuse, et de récupérer l'état des variables pour la réalisation d'une IHM permettant à l'opérateur un diagnostic rapide .

Le travail que nous avons effectué au sein de la raffinerie du sucre du complexe CEVITAL" lors de cette courte formation, nous a permis d'acquérir des connaissances techniques et pratiques qui seront un complément assuré pour les enseignements théoriques acquis et nous offre la possibilité de se familiariser avec le milieu industriel et avec la réalité du terrain dans lequel nous sommes appelées à travailler.

Enfin, nous espérons que notre travail puisse servir comme support pour des solutions d'automatisation, et aussi comme étant un document pour l'apprentissage de la programmation avec " TIA Portal V15 " pour les promotions avenir.

Références bibliographiques

- [1] A. GANZAGA. « Les automates programmables industriels », 2^{ème} édition ,1999.
 - [2] BERGNOUX. « Automates Programmables Industriels » 2^{ème} édition, 2004/2005.
 - [3] P. RAYMOND. « Les automates programmables industriels pour (API) », 2^{ème}édition, 2005.
 - [4] D. GRIDAINE. « L'automate programmable industriel », 3^{ème} édition, 2011.
 - [5] P. JARGOT. « Langages de programmation pour API ». Norme IEC 1131-3.Techniques de l'ingénieur. S 8 030, 2006.
 - [6] Manuel SIEMENS. « Programmation avec STEP7 », 2000.
 - [7] TIA Portal V15. « La nouvelle version de l'ide de Siemens », 2016.
 - [8] Programmation des automates S7-300. « Introduction au logiciel TIA Portal»,2015.
 - [9] Manuel Siemens. « Schématique technologies du contrôle industriel ». Melin Gerinsquare D-télémechanique, collection technique, groupe SCHNEIDER.
 - [10] SIMATIC Wincc. « Le Totally Integrated Automation Portal », brochure.Novembre ,2011.
 - [11] Document de CEVITAL, manuel opératoire turbine discontinue, 2010
 - [12] cours de Mr .LAIFAOUI Abd el-Karim « technologies des automatismes » 2016-2017
-

ANNEXE I

Totally Integrated
Automation Portal

mémoire2 / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Variables API

Table de variables standard [164]

Variables API									
	Nom	Type de données	Adresse	Réma-nence	Accessi-ble depuis IHM/OPC UA	Ecriture autorisée à partir de IHM/OPC UA	Visible dans l'in-génierie IHM	Surveillance	Commentaire
	STRAT	Bool	%M0.0		True	True	True		
	MODE_AUTO	Bool	%M0.1		True	True	True		
	MODE_S_AUTO	Bool	%M0.2		True	True	True		
	STEP_CHARGEMENT	Bool	%M0.3		True	True	True		
	STEP_ACC	Bool	%M0.4		True	True	True		
	STEP_DCC	Bool	%M0.5		True	True	True		
	STEP_DECHARGEMENT	Bool	%M0.6		True	True	True		
	STEP_LAVGE	Bool	%M0.7		True	True	True		
	Mode_MANUL	Bool	%M1.0		True	True	True		
	défaut général	Bool	%M1.1		True	True	True		
	défaut arrêt d'urgence	Bool	%M1.2		True	True	True		
	défaut variateur	Bool	%M1.3		True	True	True		
	défaut Y2	Bool	%M1.4		True	True	True		
	défaut Y4	Bool	%M1.5		True	True	True		
	défaut Y5	Bool	%M1.6		True	True	True		
	défaut Y6	Bool	%M1.7		True	True	True		
	défaut Y7	Bool	%M2.0		True	True	True		
	défaut Y8	Bool	%M2.1		True	True	True		
	défaut Y10	Bool	%M2.2		True	True	True		
	défaut Y37	Bool	%M2.3		True	True	True		
	défaut OSCILATION	Bool	%M3.2		True	True	True		
	aquite défaut	Bool	%M2.5		True	True	True		
	N1	Bool	%M2.6		True	True	True		viteese de chargement
	N2	Bool	%M2.7		True	True	True		vitesse d'essorage
	N3	Bool	%M3.0		True	True	True		vitesse déchargement
	N12	Bool	%M3.1		True	True	True		vitesse debut de clairage
	arrêt d'urgence	Bool	%I0.0		True	True	True		
	variateur	Bool	%I0.1		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y2	Bool	%I0.2		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y2	Bool	%I0.3		True	True	True		
	fin de cors fermeture 4	Bool	%I0.4		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y4	Bool	%I0.5		True	True	True		
	fin de cors fermture Y5	Bool	%I0.6		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y5	Bool	%I0.7		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y6	Bool	%I1.0		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y6	Bool	%I1.1		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y7	Bool	%I1.2		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y7	Bool	%I1.3		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y8	Bool	%I1.4		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y8	Bool	%I1.5		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y9	Bool	%I1.6		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y9	Bool	%I1.7		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y10	Bool	%I2.0		True	True	True		
	fin de cors ouverture Y10	Bool	%I2.1		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y37	Bool	%I2.2		True	True	True		
	fin de cors ouvertur Y37	Bool	%I2.3		True	True	True		
	fin de cors fermeture Y38	Bool	%I2.4		True	True	True		
	fin de corsouverture Y38	Bool	%I2.5		True	True	True		
	S114	Bool	%I2.6		True	True	True		
	KM	Bool	%Q4.1		True	True	True		moteur
	Y5	Bool	%Q4.7		True	True	True		clape
	Y9	Bool	%Q5.0		True	True	True		vanne de chargement
	Y4	Bool	%Q5.1		True	True	True		vanne d'egout
	Y20	Bool	%Q5.3		True	True	True		vanne rancage
	Y2	Bool	%Q5.4		True	True	True		vanne de clairage eau

ANNEXE I

Totally Integrated
Automation Portal

	Nom	Type de données	Adresse	Rémanence	Accessi-ble depuis IHM/OPC UA	Ecriture autorisée à partir de IHM/OPC UA	Visible dans l'ingénierie IHM	Surveillance	Commentaire
	Y16	Bool	%Q5.5		True	True	True		vane de clairage vapeur
	Y8	Bool	%Q5.6		True	True	True		obterateur
	Y38	Bool	%Q5.7		True	True	True		centrage darbre
	Y37	Bool	%Q6.0		True	True	True		verrouillage
	Y10	Bool	%Q6.1		True	True	True		capteur de niveau (tateur)
	Y6	Bool	%Q6.2		True	True	True		déchargeur orizontal
	Y7	Bool	%Q6.3		True	True	True		déchargeur vertical
	X1	Bool	%M10.0		True	True	True		Etape1
	X2	Bool	%M10.1		True	True	True		etape 2
	X3	Bool	%M10.2		True	True	True		Etape3
	X4	Bool	%M10.3		True	True	True		etape4
	X5	Bool	%M10.4		True	True	True		etape 5
	X6	Bool	%M10.5		True	True	True		ETAPE6
	X7	Bool	%M10.6		True	True	True		etape7
	X8	Bool	%M10.7		True	True	True		etape 8
	X9	Bool	%M11.0		True	True	True		etape9
	X10	Bool	%M11.1		True	True	True		etape 10
	X11	Bool	%M11.2		True	True	True		etape11
	X12	Bool	%M11.3		True	True	True		etape12
	X13	Bool	%M11.4		True	True	True		etape13
	X14	Bool	%M11.5		True	True	True		etape14
	X15	Bool	%M11.6		True	True	True		etape15
	X16	Bool	%M11.7		True	True	True		etape16
	X17	Bool	%M12.0		True	True	True		etape17
	X18	Bool	%M12.1		True	True	True		etape18
	X19	Bool	%M12.2		True	True	True		etape19
	X20	Bool	%M12.3		True	True	True		etape20
	X0	Bool	%M12.4		True	True	True		ETAPE0
	T_CYCL	S5Time	%MW134		True	True	True		temps de cycle
	Temps_lavage_ecran_OK	Timer	%T42		True	True	True		temp de lavage écran
	Temp de charge ok	Timer	%T12		True	True	True		temp de chargement
	Temp ferme_Y38	S5Time	%MW136		True	True	True		temp de rancage
	Temp rancage ok	Timer	%T13		True	True	True		temp de clairage eau
	Temp de clairage eau ok	Timer	%T21		True	True	True		
	Tag_1	Timer	%T2		True	True	True		
	ENNTRE FCT UNSCL DE VITESSE	Bool	%M5.2		True	True	True		
	Tag_4	Word	%MW100		True	True	True		
	Tag_5	Int	%QW388		True	True	True		
	Tag_6	Int	%QW304		True	True	True		
	temp de clairage de vapeur ok	Timer	%T22		True	True	True		
	temp d'essorage ok	Timer	%T23		True	True	True		
	temp dec ok	Timer	%T31		True	True	True		
	temp ouver Y8 OK	Timer	%T32		True	True	True		
	temp ouver Y38OK	Timer	%T33		True	True	True		
	temp ouver Y37 OK	Timer	%T34		True	True	True		
	temp ouver Y6 OK	Timer	%T35		True	True	True		
	temp ouver Y7 OK	Timer	%T36		True	True	True		
	temp fermer Y8 OK	Timer	%T37		True	True	True		
	temp fermer Y7 OK	Timer	%T38		True	True	True		
	temp fermer Y6 OK	Timer	%T39		True	True	True		
	Temp fermer Y37 OK	Timer	%T40		True	True	True		
	TEMP FERMER Y38	Timer	%T41		True	True	True		
	Tag_7	Timer	%T3		True	True	True		
	Tag_8	Timer	%T1		True	True	True		
	temporsation pour activedefault	Timer	%T0		True	True	True		
	temporsation pour active défaut	Timer	%T10		True	True	True		
	temporsation pour active défaut	Timer	%T43		True	True	True		
	temporsation pour active défaut(1)	Timer	%T44		True	True	True		

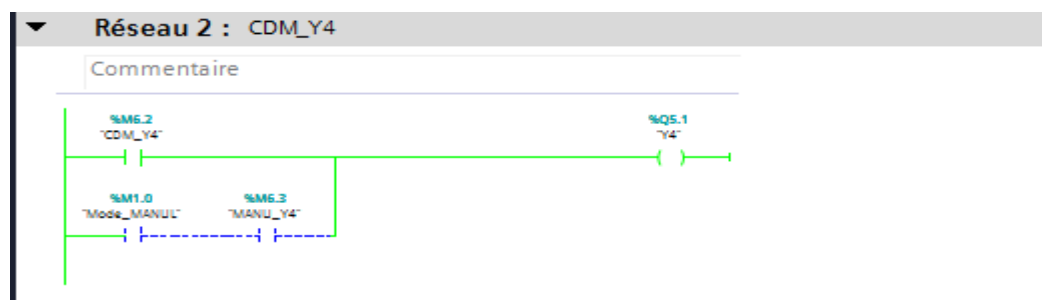
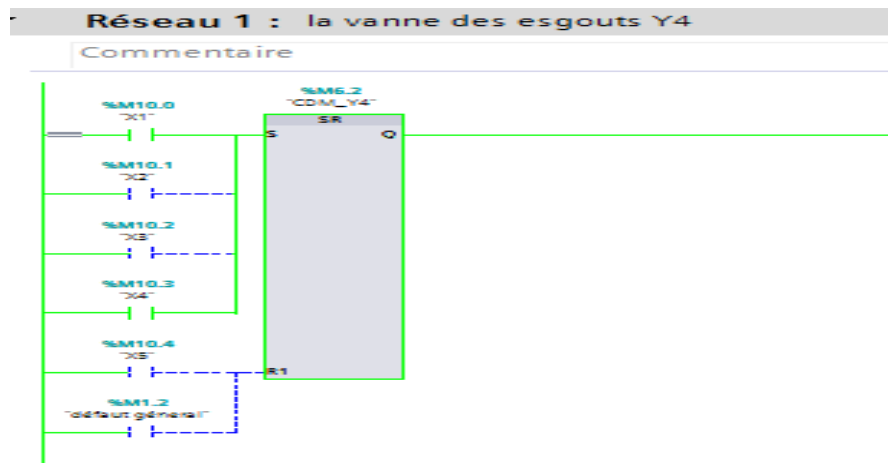
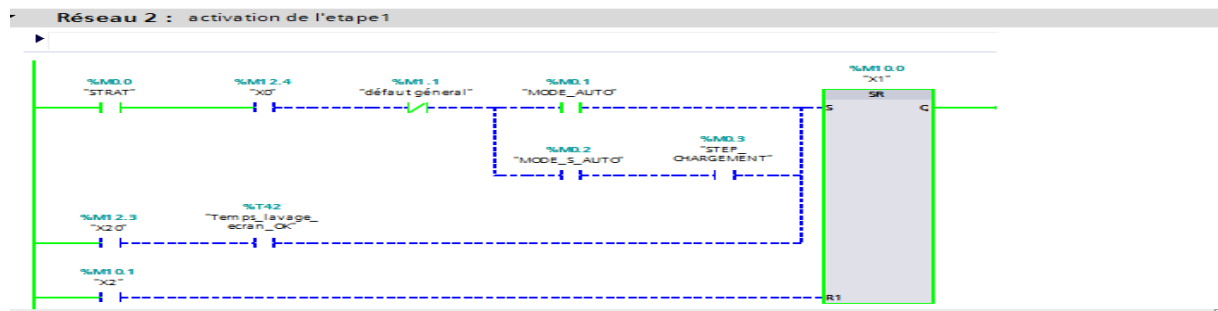
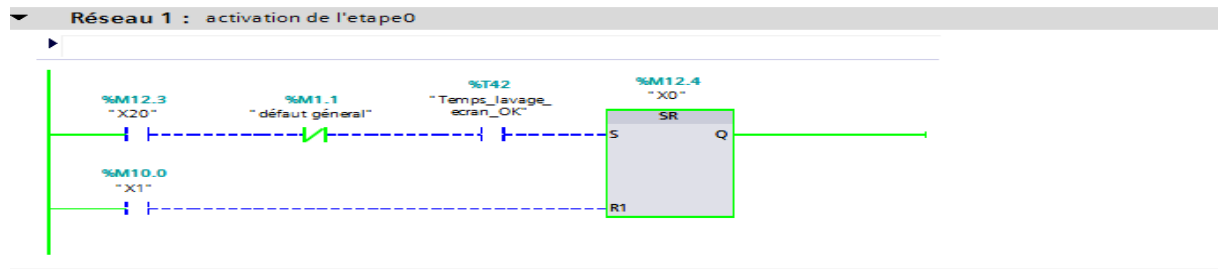
ANNEXE I

Totally Integrated
Automation Portal

	Nom	Type de données	Adresse	Réma- nence	Accessi- ble dep- uis IHM/OPC UA	Ecriture autorisée à partir de IHM/OPC UA	Visible dans l'in- génierie IHM	Surveillance	Commentaire
	temporsation pour active de- faut(1)	Timer	%T51		True	True	True		
	temporsation pour active de- faut(2)	Timer	%T45		True	True	True		
	temporsation pour active de- faut(3)	Timer	%T46		True	True	True		
	temporsation pour active de- faut(5)	Timer	%T47		True	True	True		
	temporsation pour active de- faut(6)	Timer	%T48		True	True	True		
	temporsation pour active de- faut(4)	Timer	%T49		True	True	True		
	temporsation pour active de- faut(7)	Timer	%T50		True	True	True		
	vitesse de_commande moteur	Int	%QW288		True	True	True		
	TEMP DE CYCLE	Timer	%T11		True	True	True		
	detact oscilateur	Bool	%I4.1		True	True	True		
	defa	Bool	%I4.2		True	True	True		
	défaut Y38	Bool	%M2.4		True	True	True		
	défaut vibration	Bool	%M3.3		True	True	True		
	CAPTEUR DE VIBRATION	Int	%IW288		True	True	True		
	ENTRE DE SCALE	Bool	%M5.3		True	True	True		
	Tag_20	Word	%MW102		True	True	True		
	MESURE DE VIBRATION	Real	%MD104		True	True	True		
	LIMTE MAX DE VIBRATION	Real	%MD108		True	True	True		
	défaut retour demarche variateur	Bool	%M3.4		True	True	True		
	T rm	Timer	%T52		True	True	True		
	Retour de marche de variateur	Bool	%I4.3		True	True	True		
	INT	Bool	%I4.4		True	True	True		
	Tag_21	Bool	%M100.0		True	True	True		
	défaut Y9	Bool	%M3.5		True	True	True		
	AUTO(1)	Bool	%M4.5		True	True	True		
	S_AUTO(1)	Bool	%M4.6		True	True	True		
	Foràge_y2	Bool	%M6.0		True	True	True		
	Tag_22	Bool	%M6.1		True	True	True		
	MANUEL	Bool	%M6.4		True	True	True		
	CDM_Y4	Bool	%M6.2		True	True	True		
	MANU_Y4	Bool	%M6.3		True	True	True		
	MANU_Y2	Bool	%M6.5		True	True	True		
	MANU_Y5	Bool	%M6.6		True	True	True		
	MANU_Y6	Bool	%M6.7		True	True	True		
	MANU_Y7	Bool	%M7.0		True	True	True		
	MANU_Y8	Bool	%M7.1		True	True	True		
	MANU_Y9	Bool	%M7.2		True	True	True		
	MANU_Y10	Bool	%M7.3		True	True	True		
	MANU_Y20	Bool	%M7.4		True	True	True		
	Manu_Y16	Bool	%M7.5		True	True	True		
	MANU_Y37	Bool	%M7.6		True	True	True		
	MANU_Y38	Bool	%M7.7		True	True	True		
	FCT CHARGEMENT	Bool	%M8.0		True	True	True		
	FCT ACC	Bool	%M8.1		True	True	True		
	FACT ESSORAGE	Bool	%M8.2		True	True	True		
	FCT DEC	Bool	%M8.3		True	True	True		
	FCT DECHARGEMENT	Bool	%M8.4		True	True	True		
	FIN COURS OUVRE Y20	Bool	%I4.5		True	True	True		
	FIN DE COURS FERMER Y20	Bool	%I4.6		True	True	True		
	FIN DE COURS Y16 OUVRE	Bool	%I4.7		True	True	True		
	FIN D COURS Y16 FERMR	Bool	%I5.0		True	True	True		

ANNEXE II

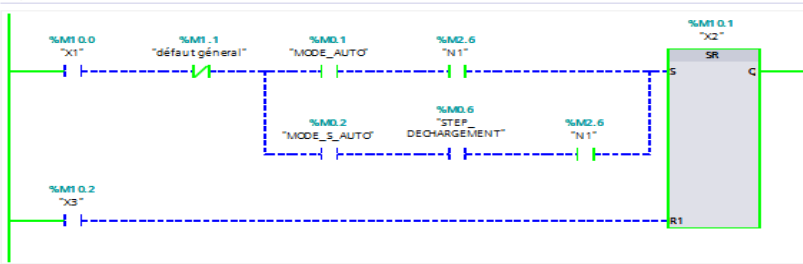
1-simulation de la séquence de chargement



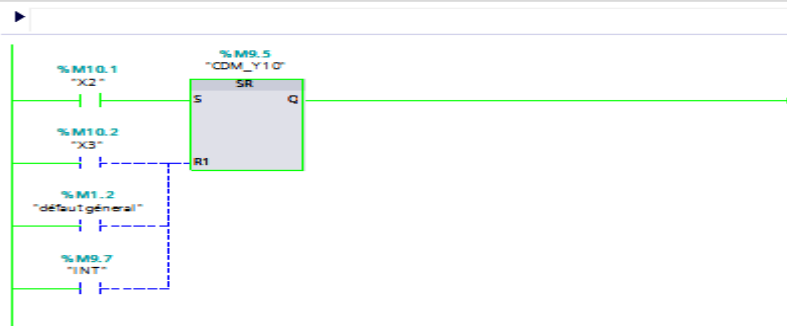
ANNEXE II

Réseau 3 : activation de l'etape2

Commentaire

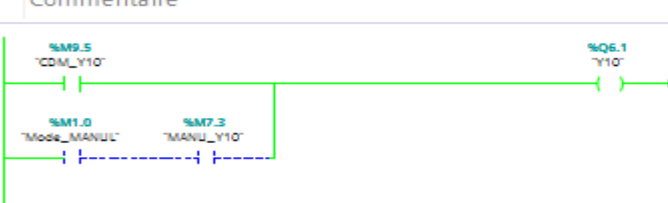


Réseau 26 : CAPTEUR DE NIVEAU

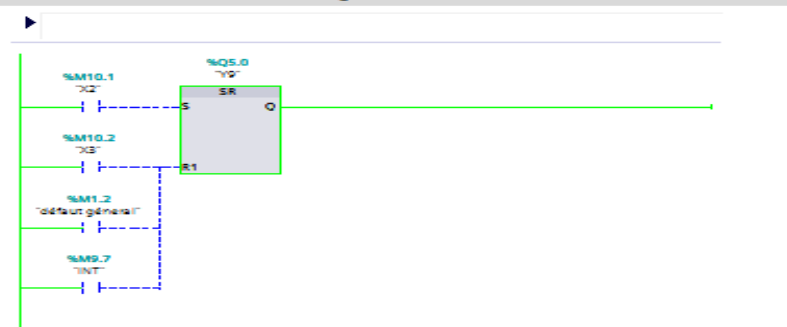


Réseau 27 : CDMY10

Commentaire



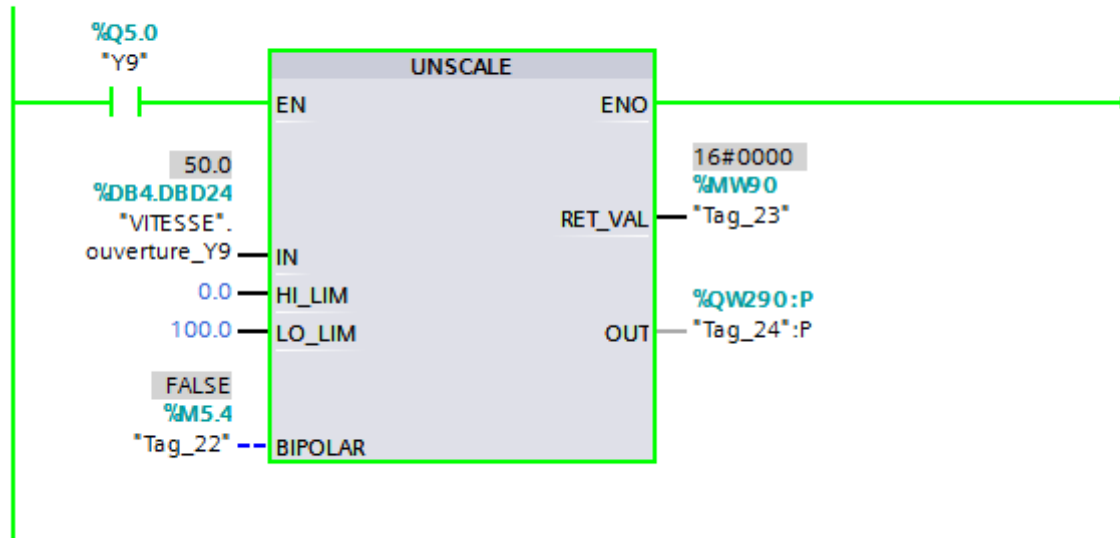
Réseau 5 : la vanne regulatrice de masse coute



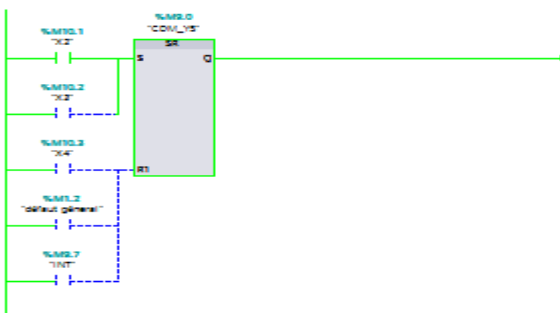
ANNEXE II

Réseau 9 : VANNE REGULATRICE

Commentaire

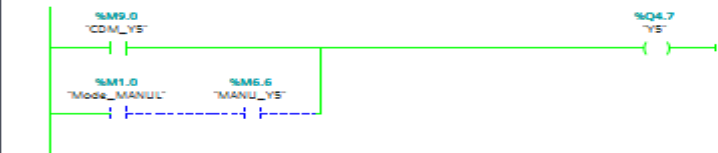


Réseau 3 : CLAP Y5



Réseau 4 :

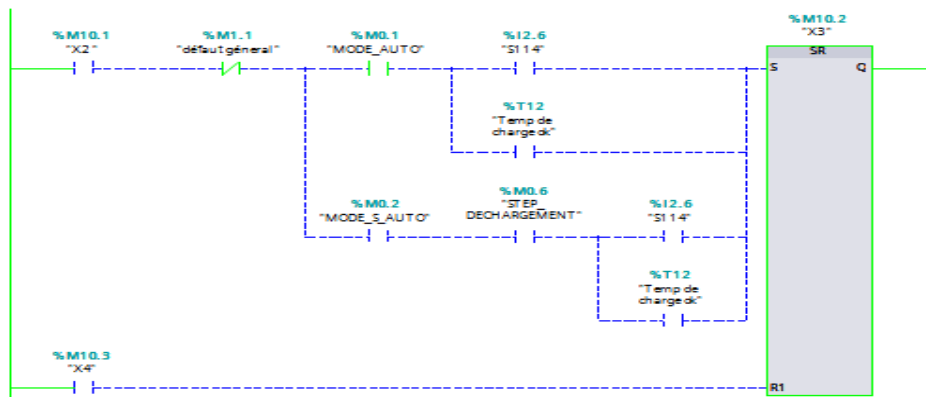
Commentaire



ANNEXE II

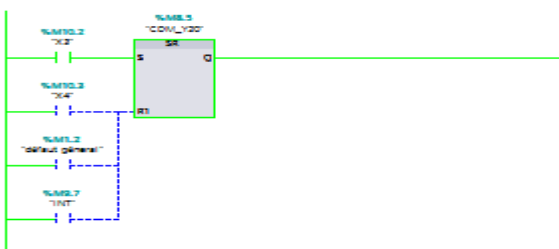
Réseau 4 : activation de l'etape3

Commentaire



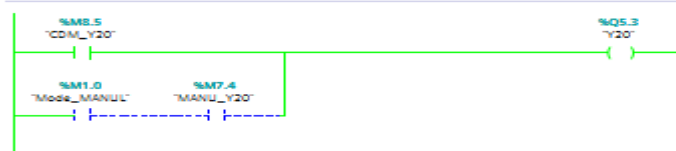
Réseau 10 : vanne de rancege

Commentaire



Réseau 11 : CDMY20

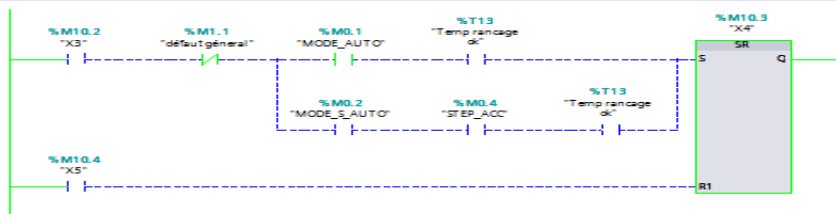
Commentaire



2-simulation de la séquence d'accélération

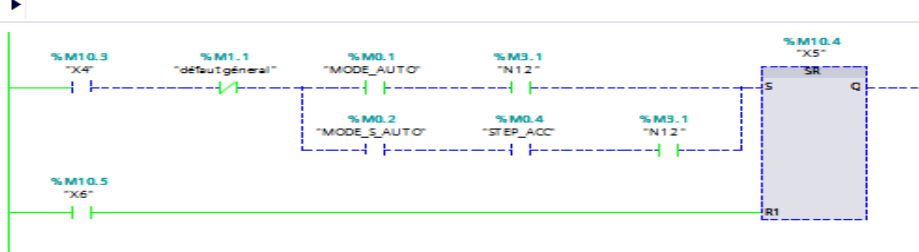
Réseau 5 : activation de l'etape4

Commentaire



ANNEXE II

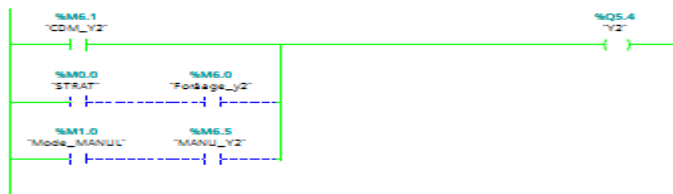
Réseau 6 : activation de l'etape5



Réseau 7 : activation de l'etape6

Réseau 13 :

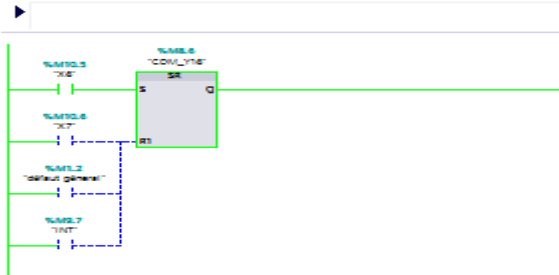
Commentaire



Réseau 7 : activation de l'etape6

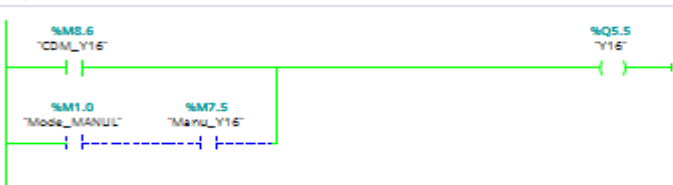


Réseau 14 : vanne de clairage de vapeur



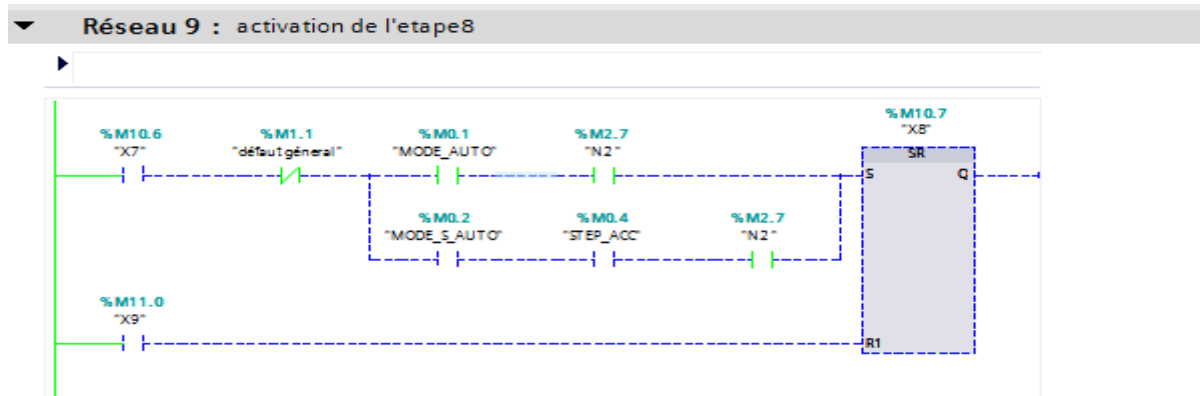
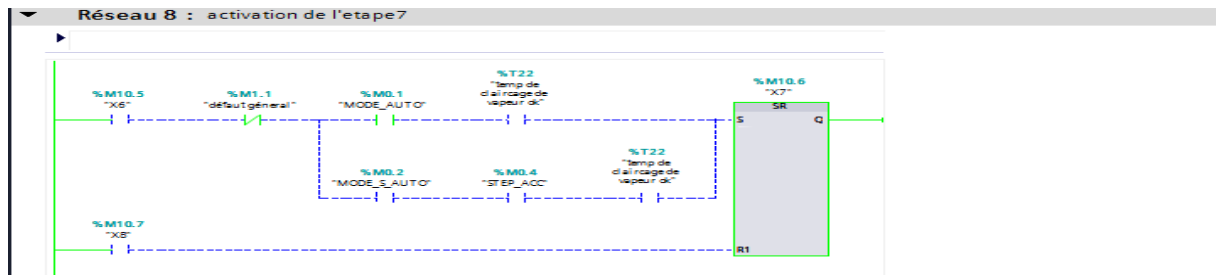
Réseau 15 : CDMY16

Commentaire

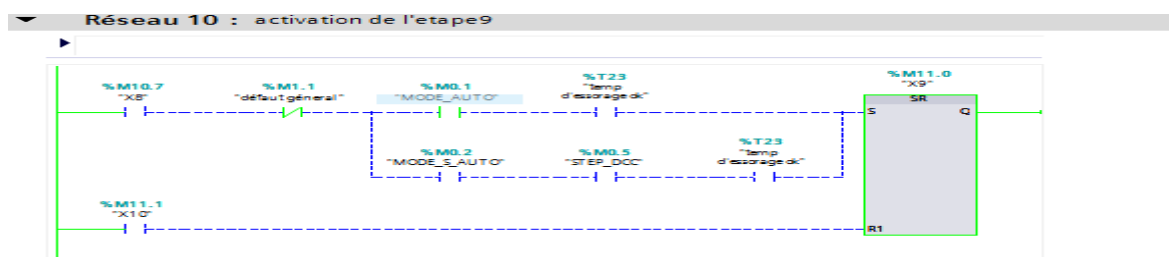


ANNEXE II

3-simulation de la séquence essorage

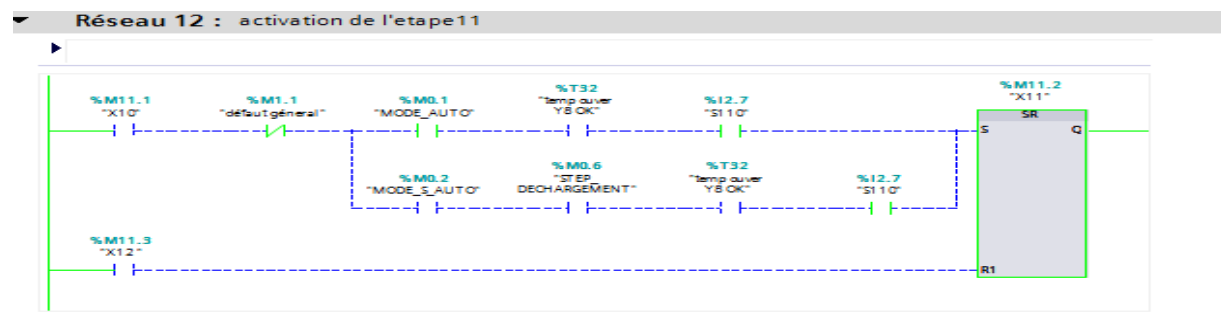
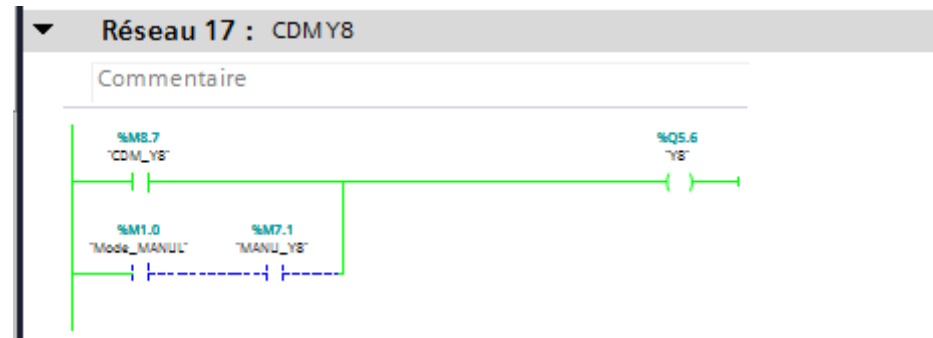
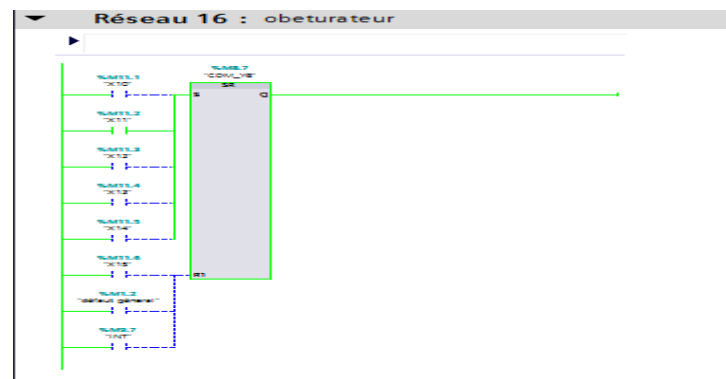
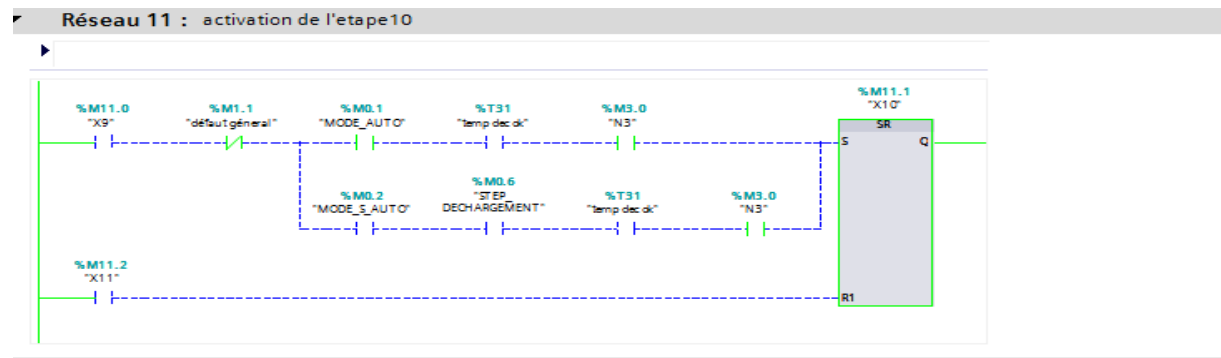


4-simulation de la séquence décélération

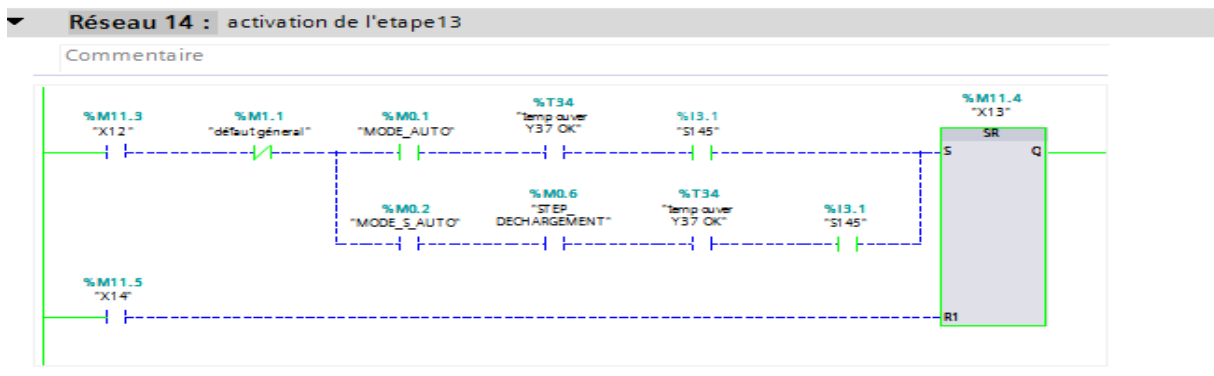
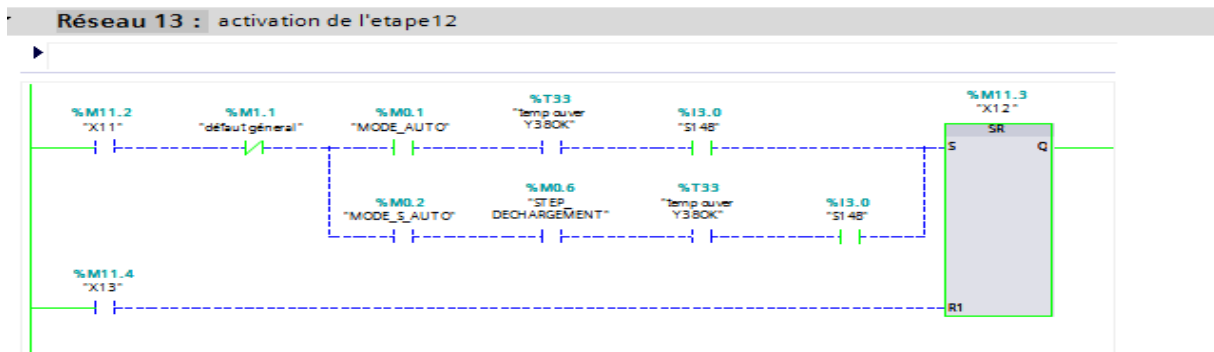
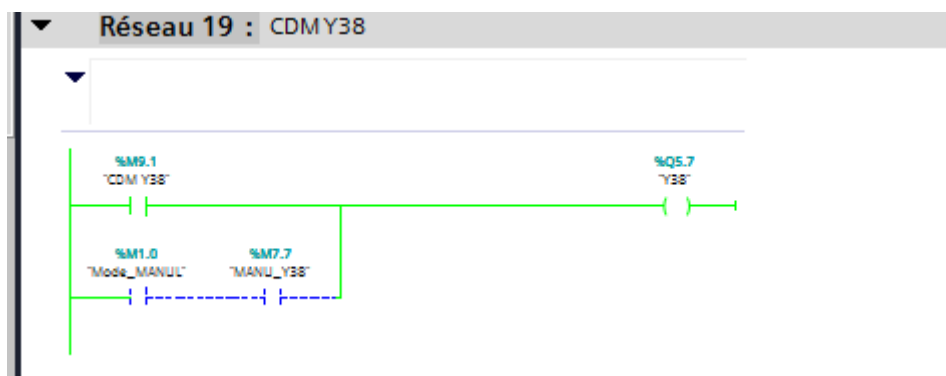
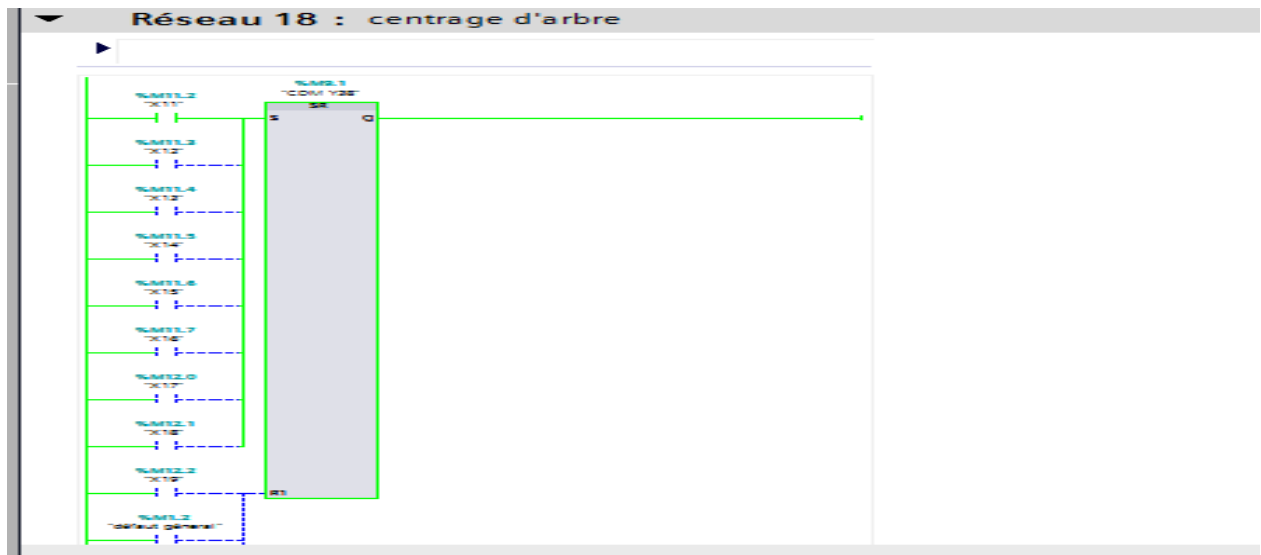


ANNEXE II

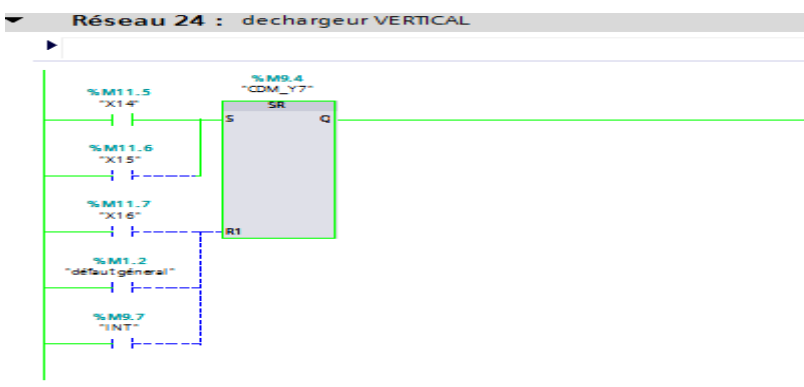
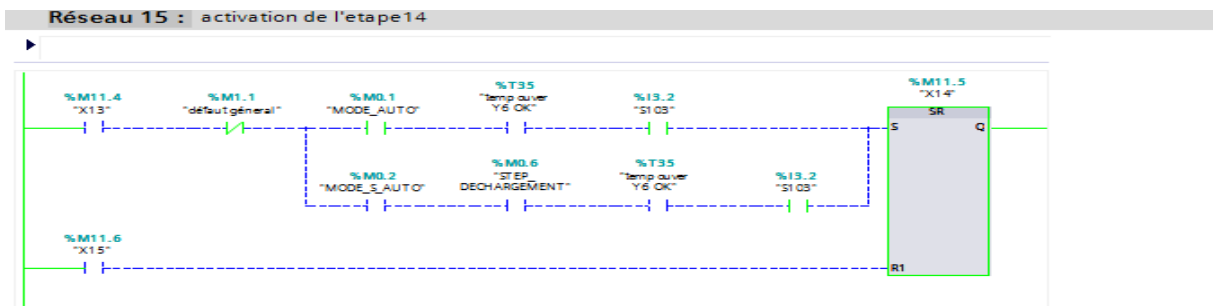
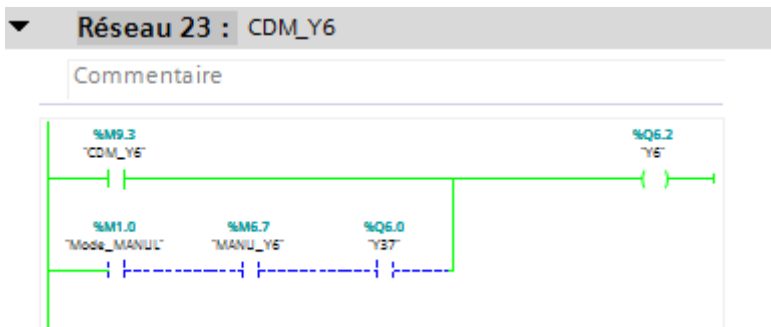
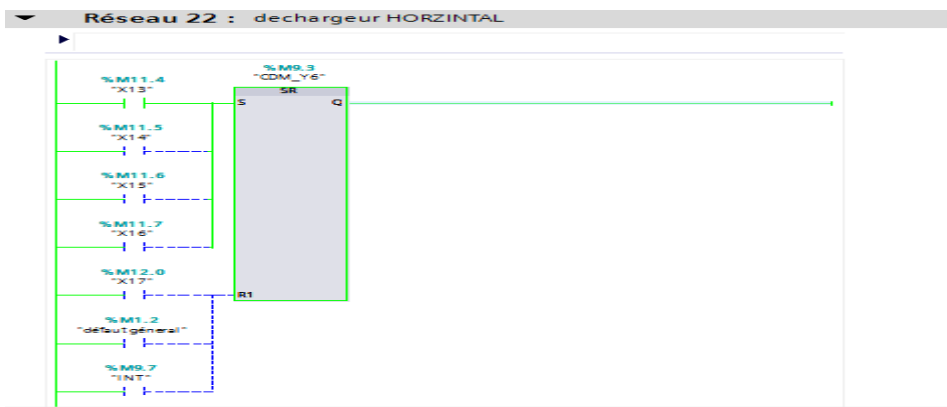
5-simulation de la séquence déchargement



ANNEXE II



ANNEXE II



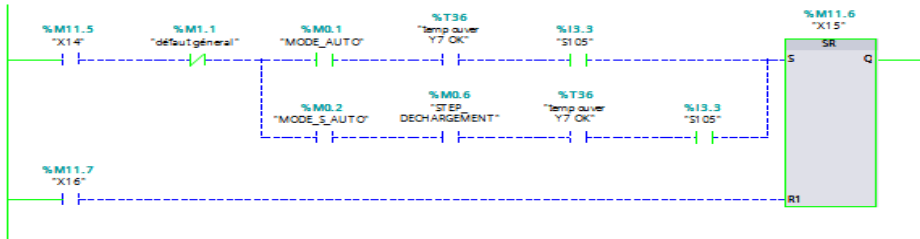
ANNEXE II

Réseau 25 : CDM Y7

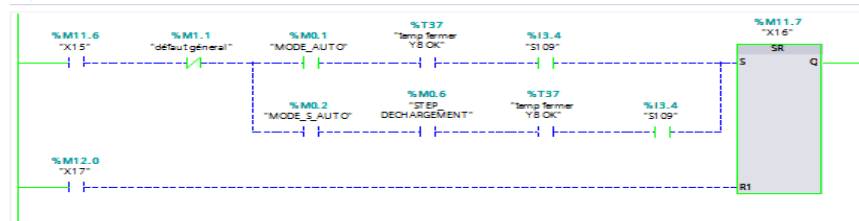
Commentaire



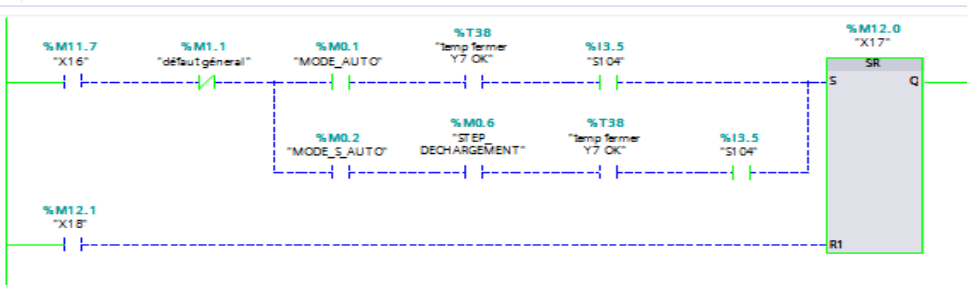
Réseau 16 : activation de l'etape15



Réseau 17 : activation de l'etape16

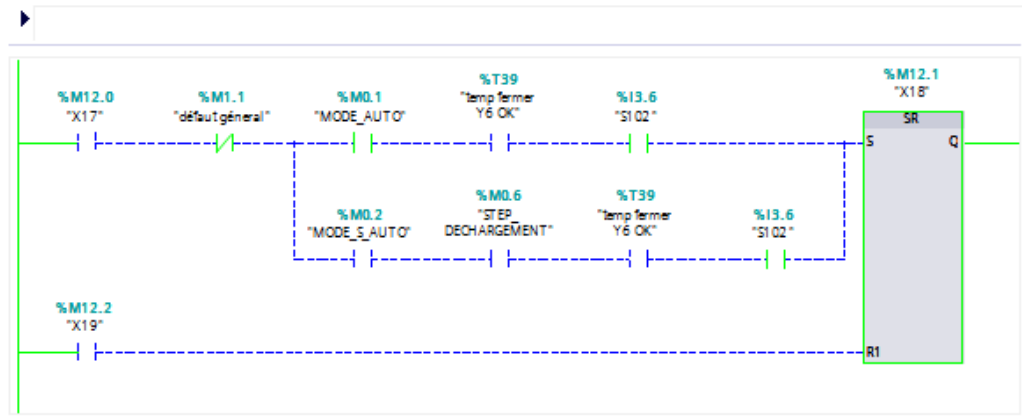


Réseau 18 : activation de l'etape17

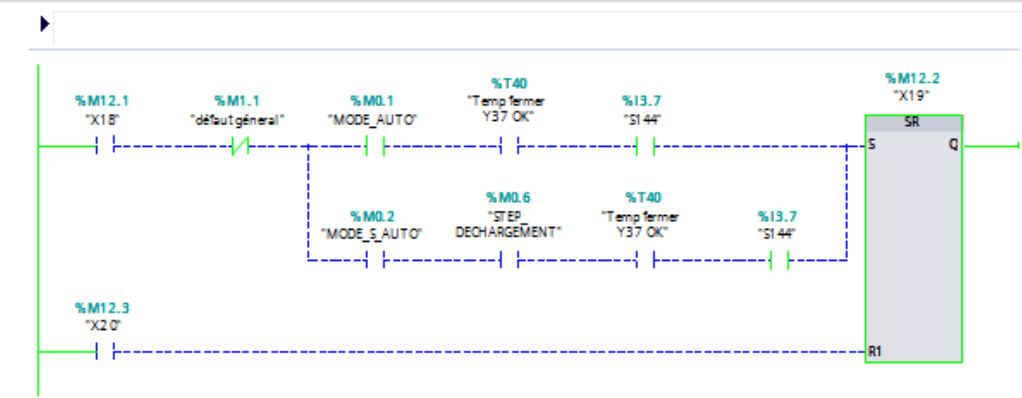


ANNEXE II

Réseau 19 : activation de l'etape18

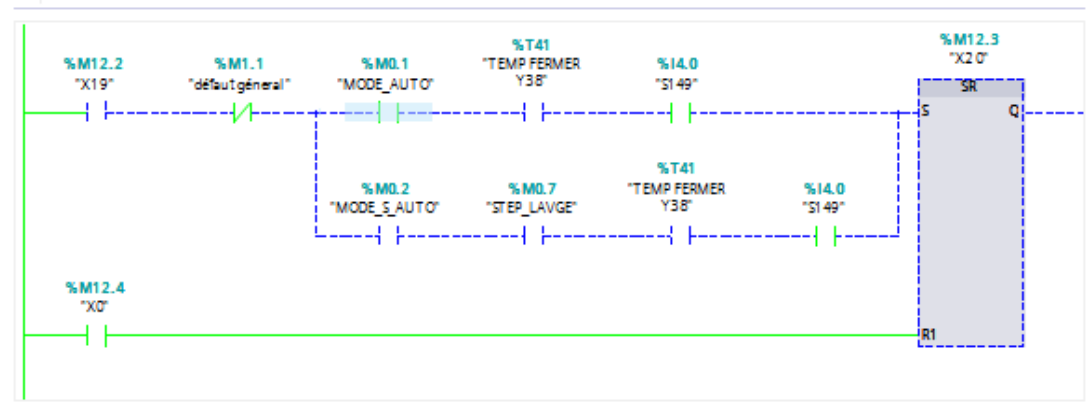


Réseau 20 : activation de l'etape19



Réseau 21 : activation de l'etape20

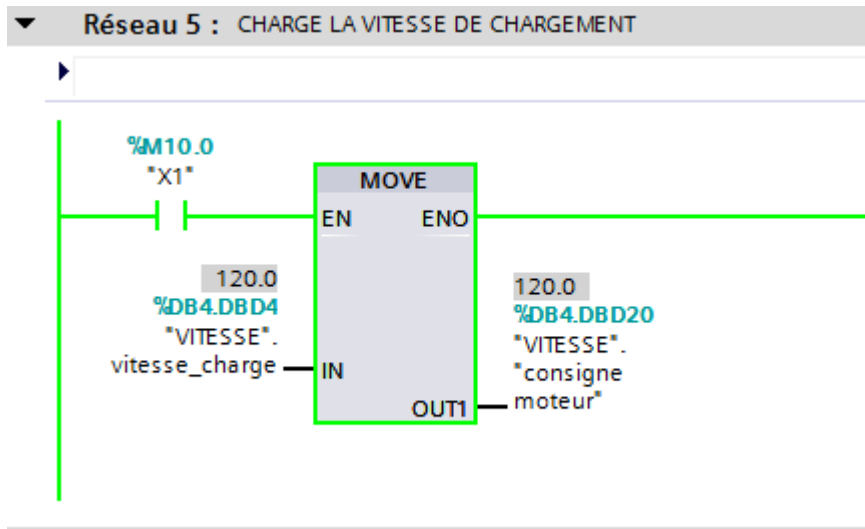
Commentaire



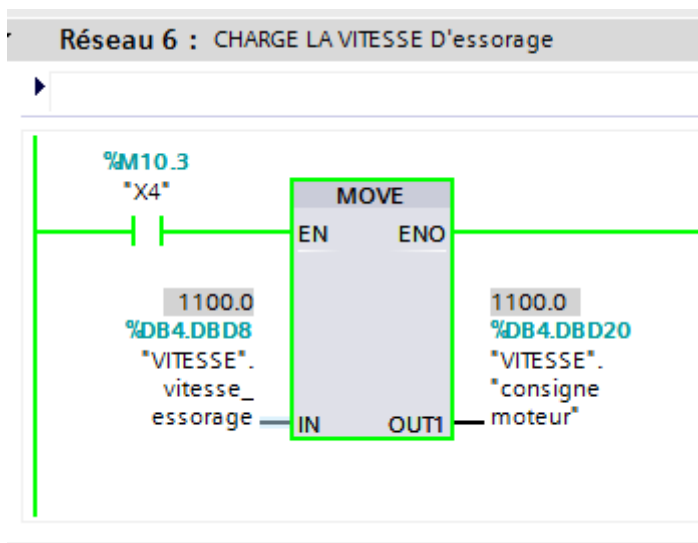
ANNEXE III

1.CHARGEMENT DES VITESSE DE MOTEUR

- Charger la vitesse de chargement

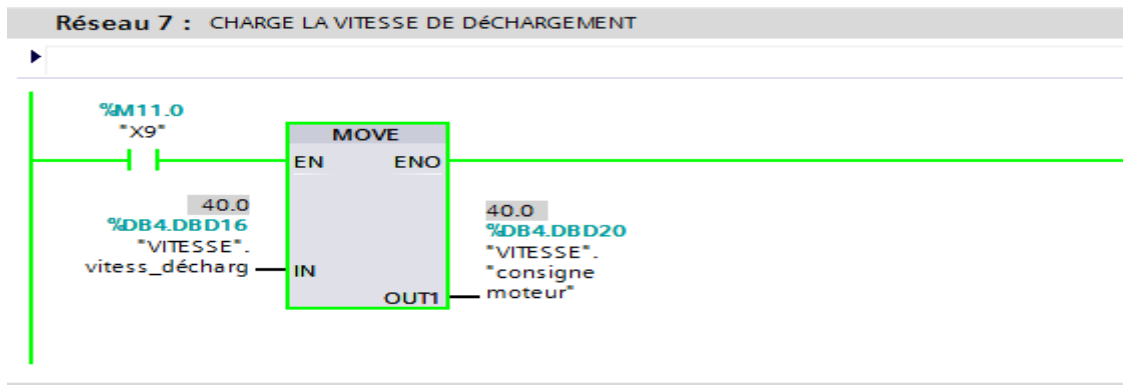


- Charger la vitesse d'essorage



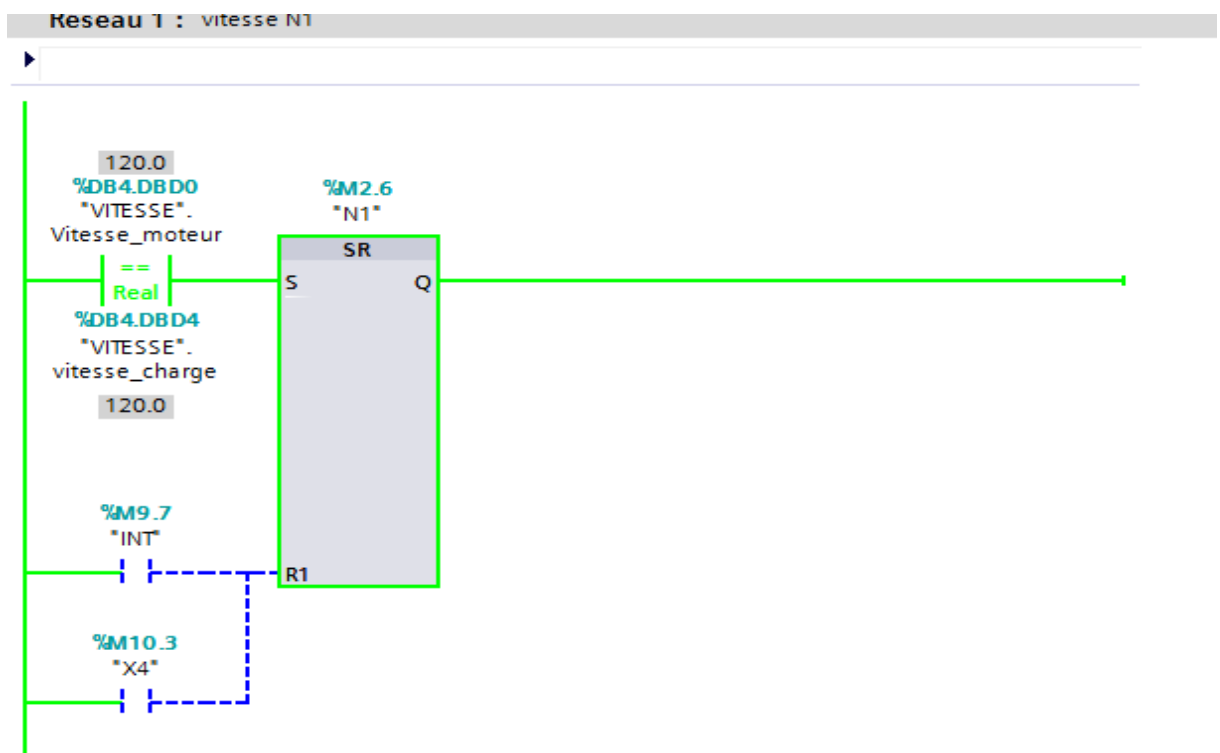
ANNEXE III

➤ Charger la vitesse déchargement



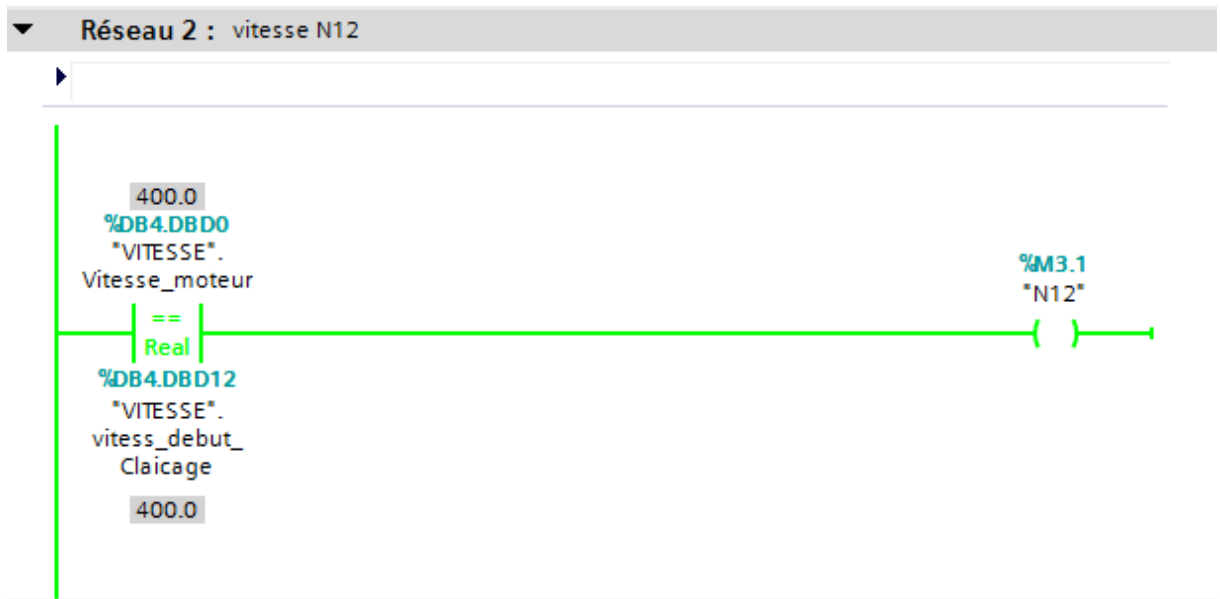
2. LES VITESSES

➤ Vitesse de chargement

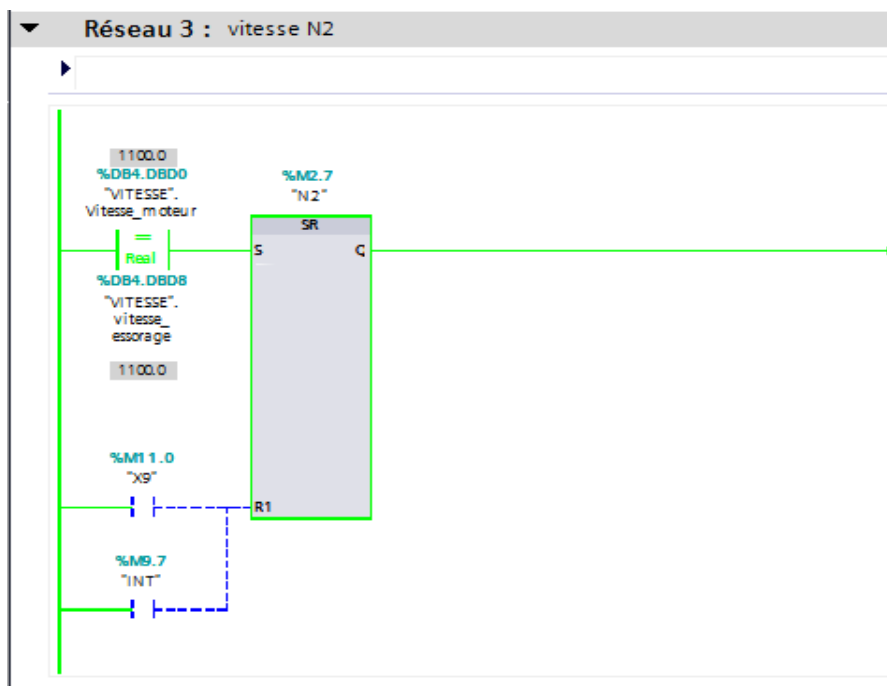


ANNEXE III

➤ Vitesse clairçage d'eau



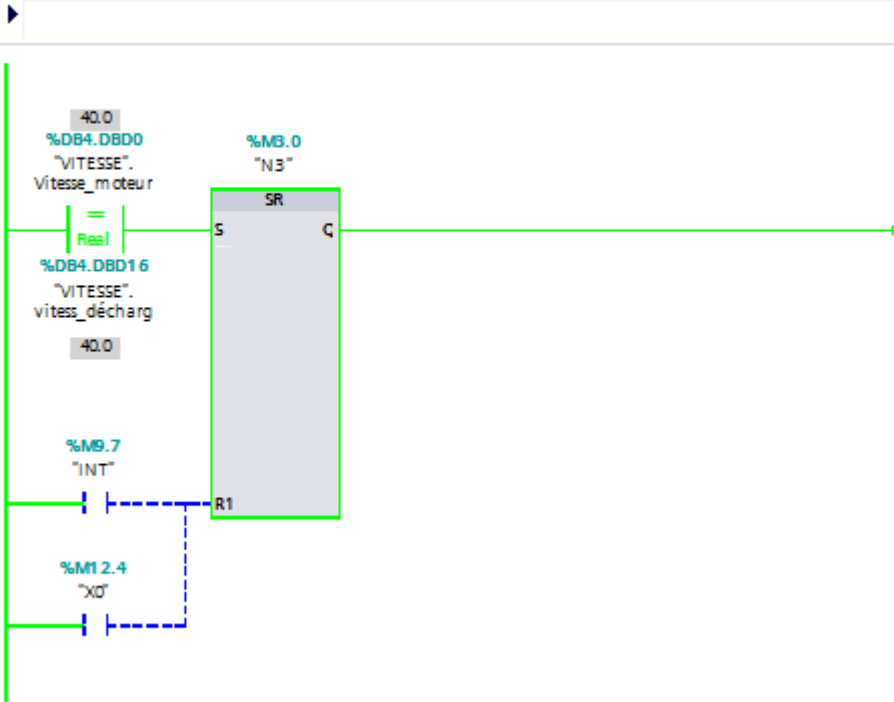
➤ Vitesse d'essorage



ANNEXE III

➤ Vitesse de déchargement

Réseau 4 : vitesse N3



ANNEXE IV

Commande de la CPU PLCSM

