

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Ingénierie des Systèmes Electriques

Mémoire de Master

Présenté par

GUELLAL Meriem

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle

Automatisation et supervision de la station de pompage de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet

Soutenu le 06 /07 /2023 devant le jury composé de :

Kaouane	Mohamed	MCA	Boumerdès	Président
Nafa	Fares	MCA	Boumerdès	Examineur
Cherrat	Nidhal	MCB	Boumerdès	Rapporteur
Malki	Mohammed lamine	INGENIEUR	Sonelgaz	Membre invité

Année Universitaire : 2022/2023



Remerciements



Remerciement

Tout d'abord je dois remercier le bon Dieu tout puissant, notre créateur, qui m'a donnée la santé et la volonté pour la réalisation de ce présent travail de recherche.

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Je suis très reconnaissant à ma petite famille qui étaient avec moi dans toutes les étapes de mes études, sans vous je ne serais pas là ou je suis.

Je voudrais prendre quelques instants pour remercier sincèrement mon promoteur de mémoire fin d'étude, M. Cherrat Nidhal, professeur à l'université de boumerdès, pour son soutien indéfectible tout au long de ce processus d'apprentissage. Grâce à votre encadrement, j'ai pu développer mes compétences, approfondir mes connaissances et réaliser mon potentiel. Je suis profondément reconnaissant pour cette opportunité et je suis fière d'avoir travaillé avec un promoteur aussi compétent et engagé. Votre soutien a été inestimable et je vous en suis extrêmement reconnaissant.

Ainsi qu'à tous les enseignants de département génie électrique, spécifiquement le chef département M.Messaoudi Noureddine.

À l'ensemble personnel de la centrale électrique à cycle combiné de RAS DJINET, qui ont remporté le succès de mon stage. Je remercie particulièrement

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude envers mon encadreur de stage, M. Malki Mohammed Lamin, pour son précieux soutien et son accompagnement tout au long de mon stage. Sa patience, son expertise et ses conseils ont été d'une grande aide pour moi dans la réalisation de mes tâches et dans l'atteinte de mes objectifs professionnels. Je suis reconnaissant pour cette opportunité d'apprentissage et je suis fière d'avoir eu l'occasion de travailler avec un encadreur aussi bienveillant et compétent. Merci beaucoup, M. Malki, pour votre temps et votre dévouement à mon égard.

Un grand merci également aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner et valoriser mon travail.

Je remercie particulièrement M.Chellil Djamel, M.Chellil Ahmed



Dédicace



Dédicace :

À mes chers parents :

RABAH ET BAHIA

Je vous dédie ce mémoire en signe de gratitude et d'amour infini. Votre soutien indéfectible tout au long de mon parcours académique a été une source de force et d'inspiration pour moi. Votre amour inconditionnel, vos encouragements et vos sacrifices ont été des éléments clés de ma réussite.

Je ne pourrais jamais assez-vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi. Vos valeurs, votre éducation et vos conseils m'ont permis de devenir la personne que je suis aujourd'hui. Ce mémoire est le fruit de mon travail, mais il est aussi le vôtre. Votre présence et votre soutien ont été essentiels pour moi et je suis fière de pouvoir partager cette réussite avec vous.

À mes chers frères et sœurs :

LOUBNA, MOHAMED ALI, ABD ELDJALIL, ET LA PETITE

RANIME

Je vous aime plus que tout au monde et je suis honorée de vous dédier ce mémoire en signe de gratitude et de reconnaissance.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes chers frères pour leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours universitaire. Votre présence, vos encouragements et votre soutien ont été des éléments clés de ma réussite.



Sommair



SOMMAIRE

Introduction généraleI

CHAPITRE I PRÉSENTATION DE LA CENTRALE À CYCLE COMBINÉ DE RAS DJINET

I.1.	Introduction	2
I.2.	Description de la centrale (CC) de ras-Djinet	3
I.3.	Historique	4
I.4.	La Situation géographique.....	6
I.5.	L'objectif de la centrale	7
I.6.	Principe de fonctionnement de la centrale à cycle combiné avec ça rôle	8
I.7.	Les principaux éléments de la tranche de production	9
I.7.1.	Principaux équipements mécaniques de la centrale	9
I.7.1.1.	Turbine à gaz (GT).....	9
I.7.1.2.	Générateur de vapeur à récupération de chaleur HRSG.....	10
I.7.2.	Principaux équipements électriques de la centrale	13
I.7.2.1.	Générateur.....	13
I.7.2.2.	Disjoncteur du générateur.....	13
I.7.2.3.	Transformateur principal (GSUT).....	13
I.7.2.4.	Générateur gasoil à démarrage à froid (BSDG).....	13
I.8.	Les stations auxiliaires de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet	14
I.8.1.	Chaudière auxiliaire	14
I.8.2.	Réservoirs de stockage de mazout	14
I.8.3.	Station de pompage.....	14
I.8.4.	Station d'électro-chloration	14

I.8.5.	Station de dessalement	14
I.8.6.	Station de déminéralisation	14
I.8.7.	Station d'hydrogène	15
I.9.	Les équipements axillaires complémentaires	15
I.10.	Description de fonctionnement de la tranche de productions	15
I.11.	Conclusion.....	18

CHAPITRE II PRÉSENTATION DE LA STATION DE POMPAGE DE LA CENTRALE À CYCLE COMBINÉ DE RAS DJINET

II.1.	Introduction	20
II.2.	Généralité sur la station de pompage	21
II.3.	Rôle de la station de pompage dans la centrale	22
II.4.	Description générale de la station de pompage	22
II.5.	Description des équipements de la station de pompage.....	25
II.5.1.	Les principaux composants de la station.....	25
II.5.1.1.	Batardeaux et guidage.....	26
II.5.1.2.	Grille à Barreaux avec le dégrilleur	26
II.5.1.3.	Pompe de lavage de l'écran	30
II.5.1.4.	Formateur recto verso manuelle	32
II.5.1.5.	Indicateur de pression	32
II.5.2.	Système de contrôle	32
II.5.3.	Instrumentation de la station de pompage.....	33
II.6.	Fonctionnement de la station de pompage	39
II.6.1.	Schéma de principe de système	39
II.6.2.	Principe de fonctionnement du système.....	40
II.6.3.	Philosophie de fonctionnement et de contrôle pour l'installation	40
II.6.4.	Configuration de système.....	41
II.7.	Contrôle de l'installation	41

II.7.1.	Contrôle des soupapes d'admission	42
II.7.2.	Contrôle de pompe de lavage de tamis	42
II.7.3.	Control automatique pour le de tamis rotatif, et le dégrilleur	42
II.7.3.1.	Contrôle de temps périodique (Programmateur à 24 heures).....	43
II.7.3.2.	Contrôle de niveau d'eau différentiel.....	43
II.8.	Conclusion.....	45

CHAPITRE III MODÉLISATION ET AUTOMATISATION DE LA STATION DE POMPAGE

III.1.	Introduction	47
III.2.	Modélisation avec l'utile GRAFCET	47
III.2.1.	Définition du GRAFCET	48
III.2.2.	La représentation d'un GRAFCET	49
III.2.2.1.	Les étapes d'un GRAFCET.....	49
III.2.2.2.	Les transitions et les réceptivités	49
III.2.2.3.	Les liaisons orientées	50
III.2.3.	Les niveaux de GRAFCET	51
III.2.4.	Structure de base d'un GRAFCET	52
A.	Séquence unique (structure linéaire)	52
B.	Séquences simultanées	52
C.	Sélection de séquence	53
III.2.5.	Les règles d'évolution du GRAFCET.....	54
III.3.	Modèle finale de la station de pompage avec l'utile GRAFCET	55
III.3.1.	Cahier des charges pour le démarrage des unités de la station pompage	55
III.3.2.	Modélisation du cahier des charges par GRAFCET.....	57
III.4.	Automatisation de la station de pompage avec (SIMENSE S7-300)	59
III.4.1.	Description et structure d'un système automatisé de production SAP.....	59
III.4.2.	Définition d'un Automate programmable industriel (API).....	61

III.4.3. Historique d'un automate programmable industriel (API)	62
III.4.4. Objectifs de l'Automatisation	62
III.4.5. Architecteur d'un Automate programmable industriel (API)	62
III.4.6. Choix d'un automate programmable	63
III.5. Conclusion.....	64

CHAPITRE IV PROGRAMMATION ET SUPERVISION DE LA STATION DE POMPAGE AVEC TIA PORTAL

IV.1. Introduction	66
IV.2. Présentation de L'API S7-300 et de logiciel de programmation TIA PORTAL.....	66
IV.2.1. Les modules de l'automate S7-300	67
IV.2.2. Fonctionnalités de S7-300.....	68
IV.2.3. Caractéristique de notre automate S7-300	68
IV.3. Programmation du S7-300 avec TIA PORTALE.....	69
IV.3.1. Vu du portal et vue du projet.....	69
IV.3.1.1. Vue du portal	69
IV.3.1.2. Vue du projet	70
IV.3.2. Adressage des E/S.....	71
IV.3.3. Création d'un projet dans le TIA PORTAL V16.....	72
IV.3.3.1. Configuration matérielle (Partie Hardware).....	73
IV.3.3.2. Création de la table des variables (Partie Software).....	74
IV.3.3.3. Programmation de la PLC (Partie Software).....	74
IV.4. Supervision de la station de pompage en utilisant le TIA PORTAL.....	79
IV.4.1. Définition de la supervision industrielle	79
IV.4.2. Constitution d'un système de supervision.....	80
IV.4.3. Présentation d'une supervision WINCC dans logiciel TIA PORTAL	80
IV.4.3.1. Avantage de WINCC	81
IV.4.3.2. Application disponible sous WINCC	82

IV.4.4. Développement d'un système de supervision sous WINCC.....	83
IV.4.4.1. Etape de mise en œuvre d'un système de supervision.....	83
IV.4.4.2. Etablir une liaison directe.....	84
IV.4.4.3. Création de la table des variables IHM.....	84
IV.4.5. Présentation de contrôle de supervision de la station de pompage.....	85
IV.5. Conclusion.....	88
Conclusion générale.....	III
Mots clés	
Références	
Annexe	

LISTES DES FIGURES :

Figure I.1: la centrale (CC) de Cap-Djinet	2
Figure I.2: Schéma synoptique de la centrale électrique à cycle combiné. [3]	3
Figure I.3: Schéma synoptique de module (groupe) de la nouvelle station. [3]	4
Figure I.4: La nouvelle centrale Ras-Djinet	6
Figure I.5: Vue de la centrale de cap-djinet (par satellite)	7
Figure I.6: Production de l'énergie électrique	8
Figure I.7: Schéma des transformations énergétiques.	9
Figure I.8: La Description du fonctionnement de la centrale (CC)	9
Figure I.9: Schéma synoptique de la turbine à gaz de la centrale	10
Figure I.10: Générateur de vapeur à récupération de chaleur	11
Figure I.11: Schéma de la turbine à vapeur(ST).....	12
Figure I.12: Schéma des équipements du générateur	13
Figure II.1: L'installation d'entrée d'eau de mer	20
Figure II.2: Le schéma générale pour la plante de prise d'eau de mer "A"	21
Figure II.3: Le schéma générale pour la plante de prise d'eau de mer "B"	22
Figure II.4: L'entrée d'un tube en béton.....	23
Figure II.5: Les brise-lames de la centrale (CC)	23
Figure II.6: Les grilles à barreaux de la centrale (CC)	24
Figure II.7: Le filtre tamis rotatif	25
Figure II.8: Les batardeaux et guidage de la station de pompage	26
Figure II.9: Dispositif général de grille à barreaux avec la machine de grille a débris.....	28
Figure II.10: Schéma technique du dispositif général de tamis rotatif [14]	29
Figure II.11: Dessin dispositif générale de la vanne de vidage manuelle [15]	30
Figure II.12: Dessin tuyauterie d'arrangement de système d'eau de lavage [18]	31
Figure II.13: Pompe de lavage de Grille [18]	31
Figure II.14: Indicateur de pression locale.....	32
Figure II.15: Liste de capteur niveau.....	34
Figure II.16: Capteur de niveau ultrasonique [20]	34
Figure II.17: Principe de mesure de niveau [24]	35
Figure II.18: Dessin d'un Transducteur de Pression [24]	35

Figure II.19: Schéma d'un capteur de pression différentielle : [24]	36
Figure II.20: Schéma de localisation électrique et instrument (équipements de la pris d'eau de mer)	37
Figure II.21: Les nomenclateurs et la description des matériels de localisation électrique "A"	37
Figure II.22: Les nomenclateurs et la description des matériels de localisation électrique "B"	38
Figure II.24: La Vanne motorisée de la station.....	38
Figure II.25: Schémas de principe de Système	39
Figure II.26: Panneau de configuration de système	41
Figure III.1: Structure générale d'un grafcet	49
Figure III.2: Schéma de GRAFCET du fonctionnement d'une fraiseuse [25].....	50
Figure III.3: Les Niveaux de GRAFCET	51
Figure III.4: Schéma de la séquence unique	52
Figure III.5: Schéma de la Séquences simultanées	53
Figure III.6: Schéma de la séquences simultanées.....	53
Figure III.7: es étapes initiales d'un GRAFCET [29].....	54
Figure III.8: Illustration de franchissement d'une transition	55
Figure III.9: GRAPHCET BLOC 1.....	58
Figure III.10: GRAFCET d'arrêt d'urgence de (BLOC1).....	59
Figure III.11: Structure d'un système automatisé	60
Figure III.12 : Les parties d'un système automatisé.	60
Figure III.13: Automate programmable industriel.	61
Figure III.14 : Architecture interne d'un API.	63
Figure IV.1: L'automate programmable S7 -300 [39]	67
Figure IV.2: Fonctionnalité de l'API	68
Figure IV.3: Vue du démarrage de tia portal.	69
Figure IV.4: Vue du projet	70
Figure IV.5 : Les modules E/S	71
Figure IV.6: Adressage des E/S.....	72
Figure IV.7: Création d'un nouveau projet dans le tia	72
Figure IV.8: Configuration matérielle.	73
Figure IV.9: Configuration des appareils.....	73
Figure IV.10: Variables API de la station.....	74

Figure IV.11: Fenêtre d'ajout de nouveau bloc.....	75
Figure IV.12: Les liaisons qui existent entre les blocs	76
Figure IV.13: Vue du bloc FB1	77
Figure IV.14: Vue du bloc FC1 [NIVEAU].....	78
Figure IV.15: Vue du bloc FC2 [ALARM]	78
Figure IV.16: Bloc de données DB1.....	79
Figure IV.17: Vue du bloc FC2 [MAIN]	79
Figure IV.18 : Déroulement de la supervision	81
Figure IV.19: Vue du WinCC dans TIA portal	82
Figure IV.20: Liaison entre la PLC et IHM.	84
Figure IV.21: Table des variables HMI	85
A travers cette vue (Figure IV.22), nous avons représenté l'entrée de la vue générale de notre station de pompage en commençant par les blocs, le bouton START, le bouton STOP « bouton d'arrêt d'urgence », "REMOTE" et "ALARM" :	85
Figure IV.23: Vue d'accueil.....	86
Figure IV.24: Vue Bloc1.....	86
Figure IV.25: Vue Bloc2.....	87
Figure IV.26: Vue Bloc3.....	87
Figure IV.27: Vue Bloc4.....	88
Figure IV.28: Vue d'alarme	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1: Calendrier de réalisation des principales opérations	5
Tableau II.1: Résumé des cas possible pour le contrôle de niveau d'eau différentiel	44
Tableau II.2: Résumé des cas de fonctionnement du dégrilleur	45

ملخص

يهدف هذا المشروع إلى استبدال النظام المنطقي السلبي لمحطة الضخ الحالية في محطة توليد كهرباء رأس جنات بنظام آلي باستخدام وحدة التحكم المنطقية القابلة للبرمجة. SIEMENS S7 300.

كما أخذنا في الاعتبار إدارة الإنذارات وكذلك التحولات بين الوضع اليدوي والتلقائي. بالإضافة إلى ذلك، قمنا أيضًا

بتطوير نظام الإشراف على نظام محطة الضخ باستخدام برنامج WINCC المدمج في TIA PORTAL

الكلمات المفتاحية : آلي قابل للبرمجة، محطة ضخ، إنذار، إشراف، TIA PORTAL

RESUME

Ce projet vise à remplacer le système de la logique câblée de la station de pompage existant dans la centrale de Ras-Djinet par un système automatisé en utilisant un automate programmable industriel SIEMENS S7 300. Nous avons également pris en compte la gestion des alarmes ainsi que les transitions entre le mode manuel et automatique. De plus, nous avons également développé une supervision du système de la station de pompage à l'aide du logiciel WinCC intégré dans TIA PORTAL.

Mots clés : Automate programmable, Station de pompage, Alarmes, Supervision, TIA PORTAL.

ABSTRACT

This project aims to replace the cabled logic system of the pumping station in the Ras Djinet power plant with an automated system using an industrial programmable controller SIEMENS S7 300. We have also considered the alarm management and the transitions between manual and automatic modes. Furthermore, we have developed a supervision system for the pumping station using the WinCC software integrated in TIA PORTAL.

Keywords: Industrial programmable controller, Pumping station, Alarm, Supervision, TIA PORTAL.



Introduction

générale



Introduction générale

De nos jours, dans le contexte de la protection de l'environnement qui est devenue une préoccupation majeure de la société moderne. De nombreuses recherches se sont orientées vers l'utilisation d'énergies renouvelables ou moins polluantes, telles que l'énergie à cycle combiné, dans la production d'électricité. Cependant, avec l'augmentation de la consommation électrique dans notre pays, il est essentiel de garantir une meilleure adaptation entre la demande et la production d'énergie électrique.

L'énergie électrique, bien qu'indispensable, ne peut être utilisée directement. Elle doit être produite à partir de sources d'énergie primaire telles que l'énergie hydraulique, solaire, nucléaire, thermique, éolienne, etc. dans le cadre de ce projet de fin d'étude, Nous choisirons la centrale électrique de Cap Djinet à Alger comme exemple concret. Cette centrale représentera un cas intéressant à étudier en raison de son importance stratégique dans la région, de son mode de production électrique et de son impact sur l'environnement local.

Actuellement, la commande électrique et la surveillance des équipements de la centrale électrique de Cap Djinet sont effectuées à l'aide d'un système basé sur la logique câblée, utilisant des cartes électroniques. Cependant, cela présente un inconvénient majeur en termes de maintenance, d'adaptation, de remplacement et d'entretien de ces équipements. De plus, l'indisponibilité des cartes de rechange sur le marché nécessite une solution de commande programmable appropriée.

Afin de remédier à certains de ces inconvénients, notre objectif est de concevoir une solution de commande programmable sécurisée pour le système de régulation d'une station spécifique, en l'occurrence la station de pompage en utilisant un automate programmable de type SIMATIC S7-300, offrant de meilleures performances

Notre travail est divisé en quatre chapitres. Le premier décrit de manière générale la centrale électrique à cycle combiné de Cap Djinet. Le deuxième chapitre porte sur l'étude de la station de pompage

Nous examinons en détail son fonctionnement, ses composants et son rôle crucial dans le système global de cette centrale

Le troisième chapitre traite de la modélisation et de l'automatisation de la station de pompage en utilisant l'outil Grafset, ainsi que de sa mise en œuvre avec l'API S7-300 pour représenter clairement et automatiser efficacement les différentes étapes et les séquences d'opération de la station de pompage. Ensuite,

Le quatrième chapitre présente le développement d'une solution de commande programmable sécurisée, incluant le développement des interfaces de supervision. Enfin, notre travail se conclut par une conclusion générale.

Avec cette approche, nous visons à améliorer l'efficacité, la flexibilité et la fiabilité du système de régulation de la station de pompage, tout en facilitant sa maintenance et son adaptation aux besoins changeants.



CHAPITRE I :

PRÉSENTATION DE

LA CENTRALE À

CYCLE COMBINÉ DE

RAS DJINET

I.1. Introduction

La centrale de cap djinet est l'une des plus grandes centrales thermiques d'algerie elle est situé dans la wilaya de boumerdès et fournit une part importante de l'électricité produite dans le paye, elle est exploitée par sonelgaz, la société nationale d'électricité et de gaz en algérie.

Cette usine est équipée d'un système de filtration des gaz qui réduit les émissions de dioxyde de soufre et d'autres polluants atmosphériques, c'est ce qui contribue à la protection de l'environnement, elle est également un important contributeur à la sécurité énergétique du pays, car elle peut fournir une puissance supplémentaire en cas de pénurie d'électricité, où est la capacité de de production électrique de 1 200 mégawatts, ce qui équivaut à environ 20% de la production d'électricité de l'Algérie. [1] [2]

La figure suivante représente l'entrée du cycle combiné de ras djinet 2 :



Figure I.1: la centrale (CC) de Cap-Djinet

Dans ce premier chapitre, nous présentons tous les détails relatifs au cycle combiné. Tout d'abord, nous donnons une idée générale de la centrale, puis nous allons décrire les installations

de base existantes pour mieux comprendre leur fonctionnement, ensuite nous aborderons l'historique de la centrale, son partenariat, ainsi que son emplacement géographique qui détermine son importance. nous présentons également les objectifs et le principe d'exploitation de la centrale, ainsi que les principaux éléments du département de production tels que les turbines et les pompes, ainsi que les stations auxiliaires comme la station de pompage et de filtration. Enfin, nous concluons ce chapitre en résumant les éléments présentés.

I.2. Description de la centrale (CC) de ras-Djinet

La nouvelle station du central à cycle combinée est constituée de plusieurs unités, comme illustré dans la figure ci-dessous :



Figure I.2: Schéma synoptique de la centrale électrique à cycle combiné. [3]

Où :

(1) représente la salle des machines, (2) Chaudières de récupération HRSG, (3) cheminée, (4) transformateur UAT, (5) bâtiment électrique et de commande des auxiliaires communs, (6) local diesel de secours, (7) poste d'évacuation d'énergie (GIS), (8) poste gaz (NGSS), (9) de l'eau anti incendie, (10) Local des pompes d'incendie, (11) Station de déminéralisation et station de traitement des eaux de rejet, (12) Stockage de l'eau déminéralisée, (13) Local des compresseurs, (14) Stockage de l'eau dessalé, (15) Station de dessalement et station de chaudière auxiliaire, (16) Stockage de fuel (gasoil), (17) Local des pompes de fuel (gasoil), (18) Station d'électro chloration,

(19) Station de pompage, (20) Station de production d'hydrogène, (21) Local de stockage des bouteilles de gaz, (22) Local de stockage des matières dangereuses, (23) Stockage des fûts d'huile, (24) Bâtiment administratif, (25) Stockage des fûts d'huile, (26) Magasin, (27) Ateliers. [3]

La central se compose principalement de 3 groupe (Module) Chaque module de la CCPP est constitué de :

- (1) Turbine à gaz (modèle : SIEMENS SGT5-4000F)
- (1) Générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG)
- (1) Turbine à vapeur (Modèle : SIEMENS SST5-3000 H-IL)
- (1) Condenseur par surface à refroidissement par eau
- Générateur commun refroidi par hydrogène (Modèle : SIEMENS SGEN 5-2000H) situé sur le même arbre entre la turbine à gaz (GT) et la turbine à vapeur (ST).

La forme générale de la nouvelle station de production de l'électricité cap djinet et résumé sur la figure suivant :



Figure I.3: Schéma synoptique de module (groupe) de la nouvelle station. [3]

I.3. Historique

Cette centrale a été construite entre 1980 et 1986, et elle a commencé à fournir de l'énergie électrique au réseau le 17 juin 1986.

"Le raccordement de la centrale au réseau s'est effectué en quatre tranches, la première étant en décembre 1985, la deuxième en avril 1986, la troisième en septembre 1986 et la quatrième en décembre 1986."

Le calendrier de réalisation des principales opérations peut être trouvé dans le tableau I.1

Tableau I.1: Calendrier de réalisation des principales opérations se présente comme suit :

	Début	Fin
Travaux de génie civil	Juin 1981	Mars 1985
Montage mécanique	Mars 1984	Septembre 1986
Montage électrique	Mars 1984	1986

La mise en service des groupes s'est effectuée comme suite :

- Groupe 1, couplage sur le réseau le 17/06/1986.
- Groupe 2, couplage sur le réseau le 17/09/1986.
- Groupe 3, couplage sur le réseau le 29/11/1986.
- Groupe 4, couplage sur le réseau le 21/02/1987 [4]

La centrale thermique a été conçue et construite par un consortium austro-allemand SIEMENS-KWU-SGP (SIEMENS-KRAFTWERK-AG(RFA)-SIMMERING GARZ PAUKER qui avait la responsabilité d'étude, de supervision, de montage, et de contrôle de l'ouvrage, ainsi qu'une entreprise espagnole « DRAGADOS » qui avait pour tâche de réaliser le système de raccordement à l'eau de mer.

Et aussi d'autres entreprises algériennes, telles que ENCC, ETTERKIB, BATIMETAL, GENISIDER, INERGA, SNLB, PROSIDER, ENATUB, SNIC, GTP, SONATRAM et SOGEP, ont également participé à la réalisation de cette station. [2]

Les travaux de construction se sont poursuivis pour agrandir la station en ajoutant centrale à cycle combiné « Daewoo », que nous étudions ca station de pompage dans ce travaille. Où il a été construit comme suit :

Le projet a été réalisé en 2008 par le consortium japonais mitsubishi corporation, qui a agi en tant que maître d'œuvre, et la société algérienne daewoo engineering and construction, qui a agi en tant que sous-traitant. L'usine a été financée par un prêt de la banque chinoise Exim, du gouvernement algérien et de plusieurs banques internationales.

En 2013, le projet a été lancé par sonelgaz, la société nationale algérienne d'électricité et de gaz, en partenariat avec la société allemande Siemens et la société italienne ansaldo energia.

Le projet a été mis en œuvre en deux phases : la première phase comprenait la construction de deux turbines à gaz d'une capacité totale de 760 MW, qui ont été mises en service en 2013. La deuxième phase comprenait la construction d'un générateur de vapeur à gaz d'une capacité supplémentaire de 680 MW, mis en service en 2018,

L'usine comprend trois lignes ou unités de production à cycle combiné de gaz et de vapeur d'une capacité de 400 mégawatts par unité. La première ligne est entrée en production en juillet 2018, la deuxième ligne en octobre 2018 et la troisième ligne est entrée en production en mai 2019, et sa livraison officielle était prévue pour mars 2020, mais la crise de corona a retardé cela a provoqué la prolongation de la durée de vie de la mise en place du projet, selon l'agence coréenne yonhap.

La société sud-coréenne daewoo engineering and construction company a officiellement achevé la construction d'une immense centrale électrique en algérie, 10 ans après le début de la mise en œuvre le 03-03-2023, et ses coûts se sont élevés à 755 millions de dollars.

La station est équipée de plusieurs systèmes pour préserver l'environnement et la santé environnante, dont ceux liés au dessalement de l'eau de mer pour le refroidissement, qui sert à produire de la vapeur après dessalement, et un autre système pour produire de l'hydrogène, qui est utilisé dans les générateurs électriques froids. Par autoproduction et pour filtrer tous les types d'eau provenant de la station. [5]



Figure I.4: La nouvelle centrale Ras-Djinet

I.4. La Situation géographique

La centrale à cycle combiné de ras djinet est l'une des plus grandes centrales électriques d'algérie, située au bord de la mer à l'est d'alger dans la wilaya de boumerdès, sur une superficie

de 35 hectares, plus précisément, elle est localisée dans la commune de dellys, sur la côte méditerranéenne, à environ 50 kilomètres à l'est de la ville d'alger. Elle se trouve à proximité de la plage de ras djinet et de la forêt de Guerrouche. [6]

Ce choix du site a été réalisé à partir d'une étude qui a montré que :

- ❖ La proximité de consommateurs importants situés notamment dans la zone industrielle REGAIA- ROUIBA
- ❖ La centrale est située au bord de la mer (facilitant l'utilisation de grandes quantités d'eau de refroidissement). [7]

La figure ci-dessous Représente une image satellite de la centrale :



Figure I.5: Vue de la centrale de cap-djinet (par satellite)

I.5. L'objectif de la centrale

Les deux centrales (la centrale à cycle combiné + la centrale à cycle simple (thermique)) sont conçues pour répondre à la demande croissante d'électricité en algérie. Avec une production totale de 1 803 mégawatts.

L'objectif principal de la centrale (CC) est la production efficace et économique d'électricité en utilisant des technologies modernes et respectueuses de l'environnement ainsi que la nécessité de diversifier le mix énergétique du pays en introduisant une source d'énergie plus propre et plus efficace que les centrales thermiques conventionnelles. Elle est caractérisée par une efficacité énergétique élevée et des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux anciennes centrales, en plus d'une capacité installée environ de 1.2 GW. Elle est conçue pour produire de l'électricité en utilisant deux types de turbines, une turbine à gaz naturel et une turbine à vapeur (30% vapeur et 70 % gaz), dotée chacune d'une capacité de production de 400 mW d'électricité/Heure, la centrale

se compose principalement de trois (3) modules de centrale électrique à cycle combiné à arbre-simple. Chaque module est équipée d'une turbine à gaz (modèle : SIEMENS SGT5-4000F) de 250 MW, d'un générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) associé, d'une turbine à vapeur (Modèle : SIEMENS SST5-3000 H-IL) de 150 MW et d'un générateur commun refroidi par hydrogène (Modèle : SIEMENS SGEN 5-2000 H) situé sur le même arbre entre la turbine à gaz (GT) et la turbine à vapeur (ST). Elle utilise du gaz naturel comme combustible pour produire de l'électricité. [1]

En bref, l'objectif de la centrale est de fournir une source d'électricité fiable et abordable tout en réduisant l'impact environnemental de la production d'électricité en plus d'améliorer la sécurité énergétique de l'Algérie en diversifiant ses sources et en réduisant la dépendance aux importations d'électricité d'autres pays.

La figure ci-dessous présente le schéma de la production de l'énergie électrique :

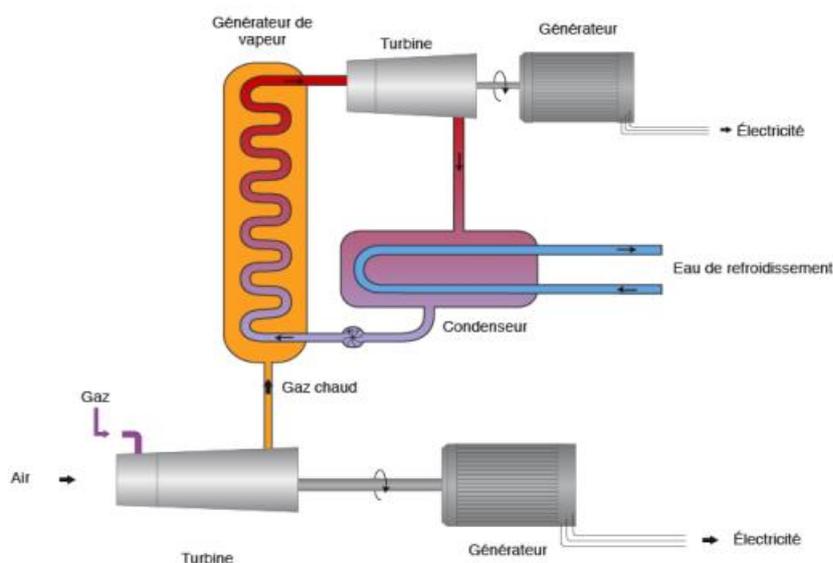


Figure I.6: Production de l'énergie électrique

I.6. Principe de fonctionnement de la centrale à cycle combiné avec ça rôle

Avant de décrire le fonctionnement de la centrale, il sera bon de rappeler les différentes transformations énergétiques qui ont servi à la production de l'énergie électrique, comme la montre la figure ci-dessous :

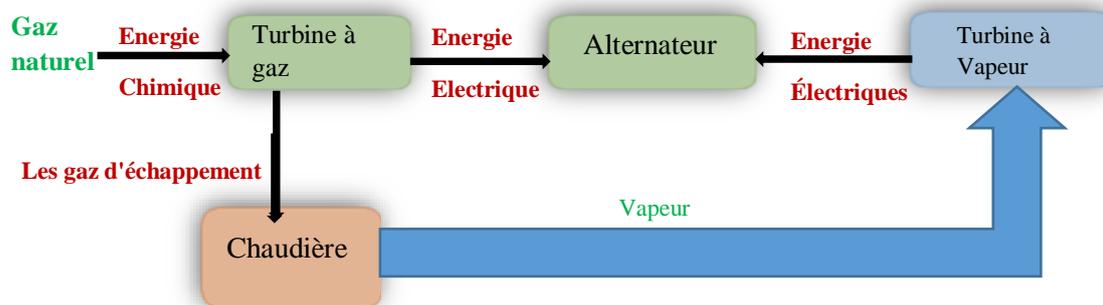


Figure I.7: Schéma des transformations énergétiques.

Le rôle d'une centrale thermique est de transformer d'énergie chimique contenue dans un combustible, en énergie électrique en passant par l'intermédiaire de l'énergie thermique et mécanique, cette transformation s'opère dans divers appareils en utilisant les propriétés physiques de l'eau sous ses diverses formes liquides et vapeur.

La figure ci-dessous présente la Description du fonctionnement de la centrale (CC) :

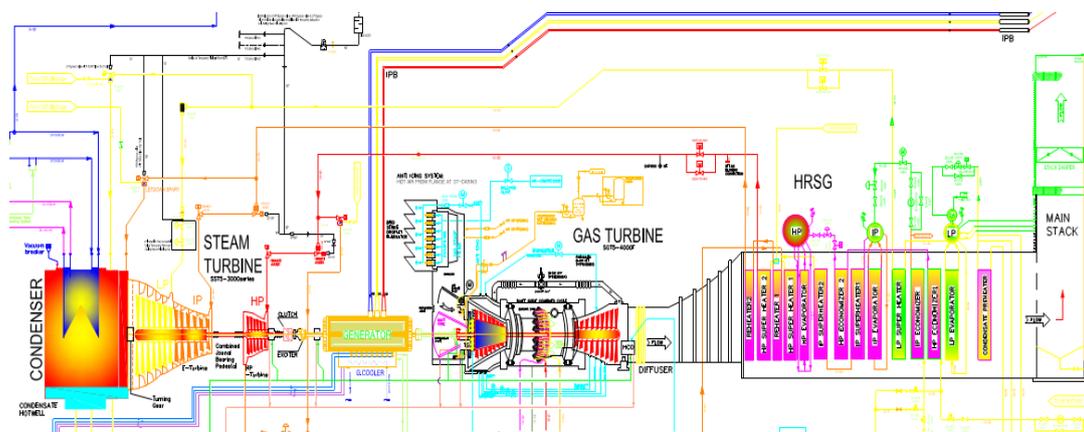


Figure I.8: La Description du fonctionnement de la centrale (CC)

I.7. Les principaux éléments de la tranche de production

La centrale électrique à cycle combiné (CC) est équipée de trois unités à arbre unique avec la référence SiemensSCC5-4000F1S, ainsi que de trois chaudières de récupération un cycle eau/vapeur à trois niveaux de pression et réchauffage.

I.7.1. Principaux équipements mécaniques de la centrale

I.7.1.1. Turbine à gaz (GT)

Les turbines à gaz à chambre de combustion annulaire de siemens AG sont des turbines à

arbre unique, c'est-à-dire qu'elles utilisent un rotor commun pour le compresseur et la turbine.

Il s'agit plus précisément d'une turbine à gaz mono-arbre, où le rotor unique est utilisé pour les deux fonctions.

Le rotor est supporté par deux paliers qui se trouvent à l'extérieur de la zone sous pression. La turbine à gaz est conçue pour fonctionner en double allumage. Le gaz naturel (NG) doit être utilisé comme combustible primaire et le mazout doit être utilisé comme combustible de secours [8]

La figure ci-dessous présente un synoptique de la turbine à gaz de la centrale à cycle combiné :

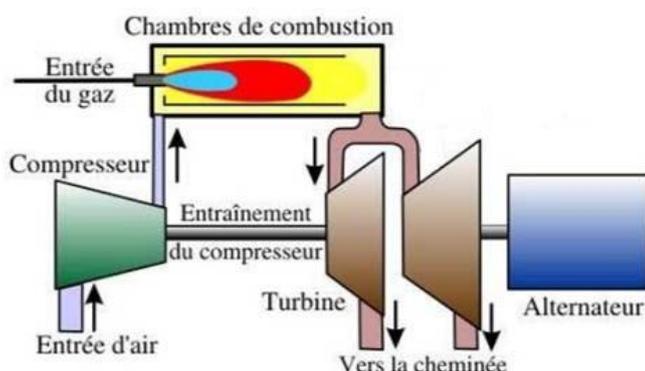


Figure I.9: Schéma synoptique de la turbine à gaz de la centrale

I.7.1.2. Générateur de vapeur à récupération de chaleur HRSG

La principale fonction du générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) est de générer la quantité et la qualité de vapeur requises en utilisant la chaleur perdue des gaz d'échappement du turbogénérateur à gaz (GTG). La vapeur générée par le HRSG sera fournie à la turbine à vapeur qui peut me donner une puissance nominale aux bornes de générateur égale à 150MW. [8]

Les principaux composants du générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) le générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) est constitué plusieurs composants importants tel que :

Le générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) a pour objectif principal de récupérer la chaleur perdue des gaz d'échappement du turbogénérateur à gaz (GTG) afin de produire la quantité et la qualité de vapeur requises. La vapeur produite par le HRSG sera fournie à la turbine à vapeur, qui peut générer une puissance nominale de 150 MW aux bornes du générateur.

Ce générateur est constitué de plusieurs composants essentiels, importants, parmi lesquels figurent :

- **Ballon vapeur haute pression (HP) (50HAD50BB001)** : il est conçu essentiellement pour séparer le mélange de vapeur et d'eau, afin de fournir de la vapeur saturée de haute pureté à la surchauffeur HP 1. [8]
- **Ballon vapeur pression intermédiaire (IP) (50HAD60BB001)** : Il est conçu spécialement pour fournir de la vapeur saturée de haute pureté à la surchauffeur IP 1. [8]
- **Ballon vapeur basse pression (LP) (50HAD80BB001)** : Ce ballon est conçu spécialement pour fournir de la vapeur saturée de haute pureté à la surchauffeur (LP). [8]
- **Cheminée de HSRG** : La cheminée du HSRG est conçue pour acheminer les gaz d'échappement de la turbine à gaz depuis la sortie du HSRG vers l'atmosphère. Elle est équipée d'un silencieux pour réduire le bruit généré par les gaz d'échappement chauds de la turbine à gaz en sortie de cheminée. [8]

La figure I.8 représente un générateur de vapeur à récupération de chaleur(HRSG)



Figure I.10: Générateur de vapeur à récupération de chaleur

- **Turbine à vapeur (ST)** : La turbine à vapeur est composée d'un cylindre de haute pression (HP) de forme cylindrique et aussi d'un carter extérieur de forme cylindre IP/LP à écoulement direct. La vapeur d'échappement de la turbine à vapeur est condensée dans un condenseur refroidi à l'eau.

La turbine HP est conçue à simple flux, à double paroi, un porte-lame fixe et un carter externe.

Elle est équipée d'une vanne principale de contrôle et d'arrêt, soudée et soutenue par des supports supplémentaires.

Le carter extérieur IP/LP est divisé en deux sections : la section d'entrée moulée et la section d'échappement soudée. Chacune des deux sections est divisée horizontalement, puis les demi-carter sont boulonnés ensemble par des boulons d'assemblage. Les sections d'entrée et d'échappement sont également fixées ensemble grâce à des boulons. [8]

La figure I.9 présente le schéma de la turbine à vapeur (ST)



Figure I.11: Schéma de la turbine à vapeur(ST)

- **Pompes d'alimentation en eau de la chaudière** : La fonction de ces pompes est de fournir de l'eau du ballon LP à la section économiseur haute pression (HP), ainsi qu'à la section économiseur pression intermédiaire (IP) du générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG), en passant par un étage intermédiaire. Elles sont également responsables de l'eau de pulvérisation désurchauffeur pour le système de by-pass HP et de l'eau de pulvérisation désurchauffeur pour la surchauffeur HP. [8]

- **Pompe d'extraction de condensat** : La fonction des pompes d'extraction de condensat est de maintenir le niveau du puits du condenseur à son niveau normal en extrayant les condensats du Puits du condenseur, fournir de l'eau de condensation au dégazeur en passant par l'économiseur LP, fournir de l'eau pulvérisée désurchauffeur pour le système de bypass IP, le système de bypass de vapeur LP, la station auxiliaire de réduction de pression de vapeur et de désurchauffe (PRDS) et de fournir de l'eau d'étanchéité aux vannes pour empêcher l'entrée d'air dans le système. [8]

- **Condenseur axial refroidi à l'eau (50MAG10AC001)** : ce condenseur remplit la fonction de condenser la vapeur d'échappement de la turbine à vapeur et / ou du système de bypass de vapeur haute pression (HP), pression intermédiaire (IP) et basse pression (LP). Le condenseur reçoit la vapeur d'échappement de la turbine horizontalement et est équipé d'une soupape de dépression, de transmetteurs de pression, de transmetteurs de températures et de niveau pour protéger à la fois le condenseur et la turbine. [8]

- **Éjecteur d'air à jet de vapeur** : La fonction de l'éjecteur est d'évacuer l'air et les autres gaz non condensables dans le condenseur lors de la mise en marche [8] .

I.7.2. Principaux équipements électriques de la centrale

I.7.2.1. Générateur

Le générateur est l'équipement électrique le plus important de toute la centrale électrique. Le générateur est capable d'évacuer le courant de la sortie de la turbine à gaz (turbine à gaz + turbine à vapeur) à laquelle il est connecté sans dépasser la limite de température admissible stipulée par la norme pertinente sur l'ensemble de la plage de température ambiante du site. [9]

La figure I.10, montre un schéma des équipements du générateur

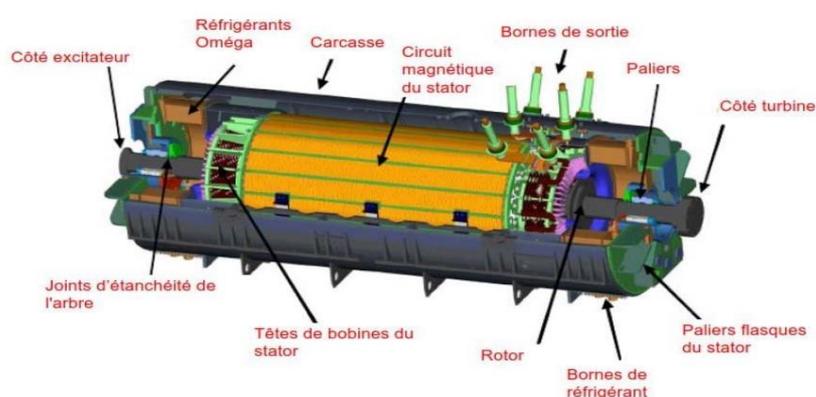


Figure I.12: Schéma des équipements du générateur

I.7.2.2. Disjoncteur du générateur

Le disjoncteur du générateur est destiné à isoler le générateur du secteur pendant l'arrêt normal ou en cas de panne de la turbine à gaz ou du générateur. [9]

Le disjoncteur du générateur est destiné à isoler le générateur du secteur pendant l'arrêt normal, ou en cas de panne de la turbine à gaz ou du générateur. [9]

I.7.2.3. Transformateur principal (GSUT)

Le transformateur principal (GSUT) est connecté entre le générateur et le poste d'évacuation d'énergie principal de 400 kV à isolation gazeuse. Son rôle est d'élever la puissance générée par le générateur pour l'évacuation à 400 kV.

Notons que cette même puissance est utilisée pour alimenter les charges auxiliaires de la centrale à partir du réseau de 400 kv pendant le démarrage. [9]

I.7.2.4. Générateur gazoil à démarrage à froid (BSDG)

Un générateur gazoil à démarrage à froid est fourni pour répondre aux besoins en énergie des éléments suivants

- Les charges de secours du STG et du GTG
- Les exigences de démarrage de l'unité (400v auxiliaire, charges d'excitation, pompes CW, pompes à condensat, pompes à eau d'alimentation HP et compresseurs). Deux générateurs diesel sont prévus pour trois unités de production. [9]

I.8. Les stations auxiliaires de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet

Dans cette partie, on trouve les stations suivantes :

I.8.1. Chaudière auxiliaire

La chaudière auxiliaire a pour rôle de répondre aux besoins en vapeur auxiliaire lors du démarrage et le fonctionnement à faible charge de l'installation. Cette chaudière permet de fournir de la vapeur nécessaire à l'étanchéité du presse-étoupe de la turbine, ainsi qu'à l'usine de dessalement.

I.8.2. Réservoirs de stockage de mazout

La fonction du réservoir de stockage de mazout est de stocker du mazout, qui sert de carburant alternatif pour la turbine à gaz. [8]

I.8.3. Station de pompage

La station de pompage joue un rôle important car elle permet d'assurer un approvisionnement en eau suffisant pour le fonctionnement optimal de la centrale.

L'eau pompée est ensuite divisée en deux parties, une partie est utilisée pour le refroidissement du condenseur, et tandis que l'autre partie est renvoyée vers la station de dessalement.

I.8.4. Station d'électro-chloration

Dans cette station, on produit de l'HCL qui sert au nettoyage et à la protection des conduites d'eau de mer contre tout encrassement pouvant être causé par les micro-organismes marins

I.8.5. Station de dessalement

Le rôle de cette station est la production de l'eau dessalée à l'aide d'un procédé thermique, qui sera ensuite stockée dans deux baches de 2700 m³ chacune.

La station de dessalement nous permet de filtrer toutes les impuretés qui pourraient endommager les machines (le calcaire, les sels...)

I.8.6. Station de déminéralisation

Deux chaînes de déminéralisation, ayant chacune une capacité de traitement de 40m³/h sont utilisées pour purifier l'eau-avant son utilisation dans le cycle eau vapeur.

Le stockage de l'eau déminéralisée se fait dans deux réservoirs d'une capacité de 1500m³ chacun.

I.8.7. Station d'hydrogène

Cette station permet de produire l'hydrogène nécessaire au refroidissement des trois alternateurs de la centrale.

I.9. Les équipements axillaires complémentaires

➤ **Compresseur d'air** : Le système d'air comprimé fournit de l'air comprimé pour répondre aux exigences du système d'air de service (le nettoyage et à plusieurs fins) et du système d'air d'instrumentation (les instruments et les vannes pneumatiques) de la centrale.

➤ **Poste d'incendie** : Le système d'alarme et de détection des incendies est conçu pour assurer une détection précoce des incendies, l'avertissement du personnel et une activation automatique des systèmes d'extinction. Il y a deux réservoirs de l'eau d'incendie et 6 pompes qui sont alimentées par gasoil ou électricité (6kv/400v).

➤ **Station d'hydrogène** : l'hydrogène est utilisé pour le refroidissement des générateurs.

➤ **Système d'huile de turbine** : L'huile de turbine comprend principalement de l'huile de lubrification, de l'huile de levage et de l'huile hydraulique (huile de commande).

➤ **Système de refroidissement d'huile** : il sert à refroidir l'huile de graissage, l'huile hydraulique et l'huile de commande destiné à la réutilisation

Tous les équipements sont contrôlés au niveau de salle de commande CCR.

Dans la salle de commande, il y a l'équipe de quart composée de deux ingénieurs de production qui gèrent la production d'électricité avec les TPCC qui gèrent les équipements de chaque module à distance en utilisant les postes d'exploitation (OWS) de salle commande. Ils sont programmés avec deux (2) principaux systèmes de commande DCS (distributed control system) OVATION EMERSON pour la commande des équipements de HRSG et BOP (les équipements auxiliaire) et SPPA T3000 SIEMENS pour la commande de la turbine à vapeur, turbine à gaz et générateur, il y a aussi dans l'équipe les TCA qui contrôlent les équipements sur terrain de site.

Il y a une architecture spécifique de chaque hardware de DCS, le hardware d'ovation emerson est situé dans la salle de commande et le hardware de SPPA T3000 dans PCC (power control center) de chaque groupe avec les serveurs d'automatisation SIMATIC S7.

L'OPS (contrôle processus de liaison et incorporation d'objet) est l'interconnexion entre les serveurs d'ovation Emerson et les serveurs de Siemens, c'est situé dans CCR dans même salle avec les serveurs d'ovation emerson [10]

I.10. Description de fonctionnement de la tranche de productions

La production d'électricité se fait par 2 procédés :

- **Le procédé thermique au niveau de la station de dessalement**
- **Le procédé chimique au niveau de la station de déminéralisation**

Et par 3 transformations d'énergie :

- **Énergie calorifique au niveau de la chaudière**
- **Énergie mécanique au niveau de la turbine**
- **Énergie électrique au niveau de l'alternateur [2]**

Le circuit de localisation dans la centrale a commencé par un poste de gaz qu'est situé à l'est de la centrale, la fonction de ce poste est pour recevoir le gaz combustible du HASI RMEL et le faire des séparations, filtrations et aussi augmentation de température et dilatation de ce gaz (de 52 bars à 35 bars).

Avant d'alimenter la turbine en combustible, ce gaz passe dans filtre de dernière chambre, ce filtre est fourni après le chauffage de performance pour la protection finale GT contre la condensation.

Le filtre ultime est utilisé pour fondre les gouttelettes de condensat ou les bouchons de liquide pouvant se former dans le pipeline et éliminer les particules solides (telles que les produits de corrosion des tuyaux).

Des éléments filtrants à haute efficacité sont fournis pour éliminer les particules solides et les gouttelettes de liquide de 0,3 microns ou plus des courants gazeux.

On a continué le circuit dans la salle de machines de module 50, le début était de condenseur et leurs pompes d'extractions (CEP1 et CEP2) qui permettent l'extraction d'eau condensé pour alimenter les ballons LP, IP et HP (First Filling) d'un côté et d'autre côté pour le passage d'eau condensée dans un préchauffage dans HRSG (la chaudière) avant d'entrée dans le ballon LP, le circuit de préparation la vapeur.

La condensation arrive par les éjecteurs de démarrage et les éjecteurs de services qui permettent la création de vide dans le condenseur pour obtenir l'eau condensée.

L'eau de refroidissement vient de la mer dans deux tuyaux provenant de deux pompes pour chaque unité utilisée pour le refroidissement de vapeur en condenseur, ce l'eau également utilisée pour le refroidissement de l'eau démine qu'est utilisée dans un circuit fermé (CCW) pour le refroidissement des équipements, huile de graissage.

Les pompes alimentaires (BFP1 et BFP2) sont utilisées pour extraire l'eau de ballon LP vers les ballons IP et HP à travers deux tuyaux différents.

Dans la chaudière de récupération (HRSG) il y a 15 tubes qui sont divisés en cinq sections, dans chaque section l'eau condensée se réchauffe et se transforme en vapeur.

Après vaporisation dans HRSG la vapeur de ballon LP et HP attaque les corps LP et HP dans turbine à vapeur (salle de machine), la vapeur HP qui sort le corps HP est mélangée à vapeur de ballon IP (Cold ReHeater CRH) dont elle se réchauffe une autre fois dans HRSG (reheater 1 et reheater2) pour produire HRH (heatReHeater) après elle attaque le corps IP, cette vapeur fait tourner l'arbre de la turbine à vapeur qui est attaché le générateur et turbine à gaz dans même arbre et permet la production d'électricité de 22kv.

Le réchauffement de l'eau condensée dans la chaudière se produit par réchauffage de l'air compressé (avec compresseur) dans turbine à gaz à cause de la combustion du gaz ou gasoil au niveau de chambre de combustion (environ de 600° C).

La prochaine tour était au niveau de dessalement pour suivre la formation de l'eau qui est utilisée dans la vaporisation. En dessalement il y a une chaudière auxiliaire qui fait bouillir l'eau de mer avant vaporisation au niveau de évaporateur1 et évaporateur 2. Après la vaporisation, l'eau de mer est utilisée dans l'évaporateur pour condenser ce vapeur pour produire l'eau dessalée qui est conservée dans deux grandes réservoirs.

L'eau dessalée est traitée au niveau de démine, ce traitement est élimination des minéraux de l'eau dessalée en ajoutant HCl^+ et NaOH^- pour produire l'eau déminée qui est conservée dans deux grandes réservoirs, elle est utilisée par condenseur.

Il y a aussi une salle d'électro chloration, la fonction du système d'électro chloration est de produire une solution d'hypochlorite de sodium à partir de l'eau de mer, de la stocker et d'injecter la quantité adéquate de NaOCl dans le système d'admission pour contrôler la croissance biologique de l'eau de mer. L'hypochlorite de sodium est produit par électrolyse.

La tension générée (22 kV) est augmentée jusqu'à 400 kV par le transformateur d'unité pour l'évacuation de l'énergie vers le réseau national. La tension générée (22 kV) est abaissée à 6 kV par le transformateur abaisseur pour alimenter les équipements auxiliaires.

La tension de 6 kV (MT) est abaissée à 400 V (BT) par des transformateurs de type sec refroidis à l'air et installés en intérieur.

Les transformateurs d'unité et abaisseurs sont de type refroidis à l'huile. Ces transformateurs sont installés en extérieur. [10]

I.11. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé la centrale à cycle combiné de cap djinet, qui est considérée comme un projet majeur pour l'Algérie, car elle permet de diversifier la production d'électricité et de réduire la dépendance aux importations d'énergie, en outre, cette centrale a un impact environnemental positif, car elle produit moins de dioxyde de carbone par unité d'énergie produite par rapport aux centrales électriques traditionnelles.

Nous avons commencé par présenter cette centrale, son historique et sa situation géographique, avant de détailler son fonctionnement général et ses principaux composants, tels que le générateur, le disjoncteur du générateur et le transformateur principal. En outre, nous avons également exposé les stations auxiliaires de la centrale, notamment la chaudière auxiliaire, les réservoirs de stockage de mazout, les stations de pompage, d'électro-chloration, de dessalement et de déminéralisation.

Dans le prochain chapitre, nous poursuivrons notre étude en nous concentrant spécifiquement sur la station de pompage, qui est un élément essentiel des stations auxiliaires de la centrale de Cap Djinet. Nous examinerons son fonctionnement, son rôle dans le processus de production d'électricité, ainsi que les différentes technologies utilisées pour sa conception.



CHAPITRE II :

PRÉSENTATION DE LA STATION DE POMPAGE DE LA CENTRALE À CYCLE COMBINÉ DE RAS DJINET

II.1. Introduction

La centrale à cycle combiné de ras djinet est une installation énergétique importante en algérie qui utilise une technologie de pointe pour produire de l'électricité de manière efficace et respectueuse de l'environnement. L'un des éléments clés de cette centrale est son système de prise d'eau de mer, qui permet de refroidir les turbines et d'assurer le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation.

Cette prise d'eau est située à une certaine distance du rivage, où l'eau est plus profonde et plus froide. Elle est constituée d'un tuyau d'aspiration qui s'étend sous l'eau et se connecte à une pompe située à terre, l'eau de mer est traitée avant d'être acheminée vers les tours de refroidissement. Ces tours utilisent l'eau de mer traitée comme liquide de refroidissement pour absorber la chaleur générée par les turbines à gaz et à vapeur, permettant ainsi de convertir la vapeur d'eau en eau liquide.

Cette installation est connue sous le nom de "station de pompage" plutôt que simplement "station de prise d'eau", en raison de son rôle essentiel dans le pompage et le refroidissement,

La figure ci-dessous présente l'installation d'entrée d'eau de mer :



Figure II.1: L'installation d'entrée d'eau de mer

La présentation de la station de pompage justifiée dans le cadre de cette mémoire en raison de son importance stratégique, la station est une partie importante de la centrale, car elle fournit l'eau nécessaire pour le processus de refroidissement de la centrale.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord tout voir sur la station de pompage, introduire une idée générale de la station de pompage, introduire également le but et le principe de fonctionnement de la station de pompage, puis décrire les structures pour mieux comprendre son fonctionnement, puis une description de la station avec ses équipements et son fonctionnement, son pilotage. Enfin, nous concluons ce chapitre et nous terminons par un résumé des éléments présentés.

II.2. Généralités sur la station de pompage

La "station de prise d'eau ou de pompage " est une installation essentielle de la centrale, située à proximité d'une source d'eau. L'eau de mer est traitée avant d'être acheminée vers les tours de refroidissement. Les tours utilisent ensuite l'eau de mer traitée comme liquide de refroidissement afin d'absorber la chaleur générée par les turbines à gaz et à vapeur, permettant ainsi de convertir la vapeur d'eau en eau liquide.

La figure ci-dessous montre le schéma général pour la station de prise d'eau de mer :

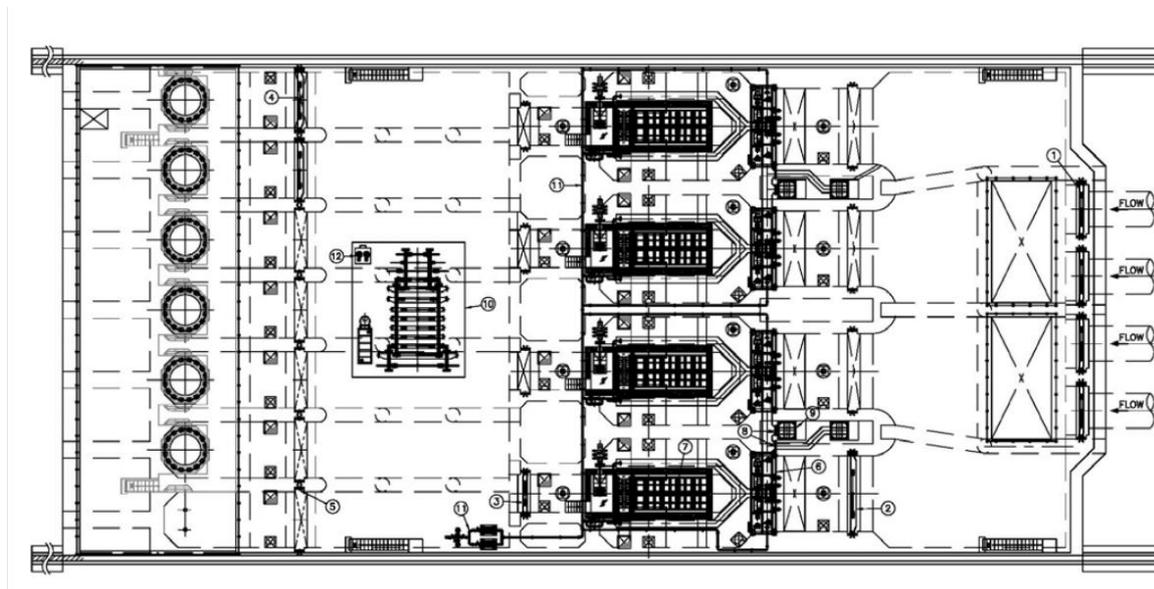


Figure II.2: Le schéma générale pour la plante de prise d'eau de mer "A"

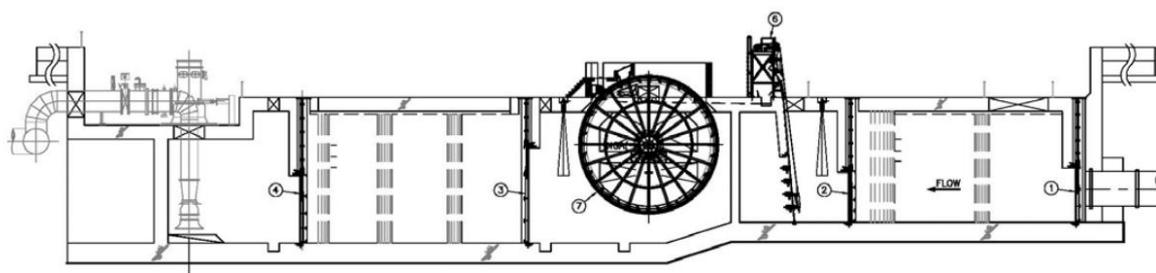


Figure II.3: Le schéma générale pour la plante de prise d'eau de mer "B"

Tel que : (1) Présente le batardeau et guide pour les tuyaux d'aspiration, (2) batardeau et guide pour l'entrée de la grille à barreaux, (3) batardeau et guide pour la sortie du tamis rotatif, (4) batardeau et guide pour la chambre de pompage de l'eau de refroidissement du condenseur, (5) guide pour la chambre de pompe d'alimentation de l'usine de dessalement, (6) grille à barreaux avec le dégrilleur, (7) tamis rotatif, (8) vanne de vidange manuelle, (9) boîte à ordures, (10) rayonnage d'entreposage, (11) système de lavage à eau, (12) système d'assèchement. [11]

II.3. Rôle de la station de pompage dans la centrale

L'objectif de la station de prise d'eau de mer de la centrale électrique à cycle combiné a est de fournir l'eau de mer propre et traitée à la centrale pour les processus de refroidissement et de production d'électricité, elle permet à la centrale de fonctionner de manière efficace et sûre en minimisant les risques de corrosion et de dépôt de sels minéraux dans les équipements de la centrale, de plus, la station de prise d'eau de mer permet de minimiser l'impact environnemental en assurant que l'eau de mer utilisée est traitée avant d'être rejetée dans la mer. [12]

II.4. Description générale de la station de pompage

La position de la station de pompage et de filtration d'eau de mer est en profondeur de sept mètres environ dans la mer. L'arrivée de l'eau de mer à la station de pompage se fait par quatre tubes en béton.

La figure ci dessous présente l'entrée d'un tube en béton :



Figure II.4: L'entrée d'un tube en béton

Dans l'autre côté, on trouve les poutres ou les brise-lames, qui sont des structures spécialement conçues pour briser les vagues de la mer et réduire leur impact sur la station de prise d'eau de mer, leur installation vise à protéger la station de prise d'eau des dommages causés par les vagues et les tempêtes, et tout en assurant un apport d'eau de mer stable et constant pour le processus de refroidissement de la centrale.

Les brise-lames peuvent être construits de différentes manières en fonction des conditions environnementales locales et des exigences de la centrale électrique. Ils peuvent être des murs, des digues, des piles de pierres ou des structures flottantes qui absorbent ou réfléchissent l'énergie des vagues.

Dans la centrale (CC) de ras Djinet, ils utilisent des murs comme indiqué sur la figure ci-dessous :



Figure II.5: Les brise-lames de la centrale (CC)

Ensuite, nous avons la station de filtration qui se compose de quatre voies de filtration, chaque une d'elles et équipée d'une grille avec dégrillage et un tamis rotatif afin d'éviter l'intrusion de déchets dans l'installation

Dans la première étape de filtration, les grilles à barreaux avec râteleuse sont un dispositif de dépistage primaire pour enlever le débris rude et plus. Il protège le tamis rotatif de charge surdimensionnée. Il est adapté pour enlever les débris grossiers suspendu et flottant comme des mauvaises herbes, roseau, plastiques, méduses, etc... à partir de l'eau de surface. [12]

La figure ci-dessous présente une grille à barreaux de la centrale (CC) :



Figure II.6: Les grilles à barreaux de la centrale (CC)

Dans la deuxième étape de filtration, le tamis rotatif est utilisé pour le criblage secondaire de l'eau prélevée. Il est spécialement conçu pour éliminer tous les solides de plus de cinq millimètres de diamètre de l'eau de mer, afin qu'afin d'empêcher l'entrée de débris dans les autres systèmes.

Les débris de l'eau de mer est prévu en outre d'autres matières flottantes comprend algues, méduses, etc. Le système d'eau de lavage servant à nettoyer les panneaux en maille de tamis rotatif. Matières adhérentes sur l'écran sont éliminés par lavage à l'eau et en même temps, de l'eau pulvérisée évacue l'écran de rejeter les déchets à l'auge collectrice. La structure de l'acier sous l'eau doit être protégée contre la corrosion par l'eau de mer au moyen de système de protection cathodique. [12]

La figure ci-dessous présente un filtre tamis rotatif :



Figure II.7: Le filtre tamis rotatif

L'eau de mer traitée est ensuite pompée à travers des tubes à vide vers les tours de refroidissement où elle est utilisée comme liquide de refroidissement pour extraire la chaleur de la vapeur d'eau générée par les turbines à gaz et à vapeur.

L'eau pompée est divisée en deux parties, une partie est utilisée pour le refroidissement du condenseur et l'autre partie sera refoulée vers la station de dessalement.

II.5. Description des équipements de la station de pompage

II.5.1. Les principaux composants de la station

La station de pompage est composée des éléments principaux suivants :

- Batardeaux, guidage et poutre pour les tuyaux de l'entrée de prise d'eau
- Batardeaux, guidage et poutre pour l'entrée de grille à barreaux
- Batardeaux, guidage et poutre pour la sortie du tamis rotatif
- Batardeaux, guidage et poutre pour la chambre de pompe d'eau de refroidissement de Condenseur
- Guidage pour la chambre de la pompe d'alimentation de plante dessalement
- Grille à Barreaux avec le dégrilleur
- Tamis rotatif [13]
- Système de lavage à Eau

- La fosse de détritrus
- Le rayonnage d'entreposage
- Système de pulvérisation
- Système de déshydratation [12]

II.5.1.1. Batardeaux et guidage

Le batardeau, situé dans le canal de prise d'eau, joue un rôle important dans le système. Il est ouvert pendant le fonctionnement normal et empêche l'eau de pénétrer dans les égouts, ce qui facilite l'entretien et l'inspection. Des dispositifs de levage sont utilisés pour manipuler le batardeau et le déplacer en position de stockage. Un guide intégré assure un mouvement régulier du registre d'arrêt le long du canal. [12]

La figure ci-dessous présentée les batardeaux et guidage de la station de pompage :

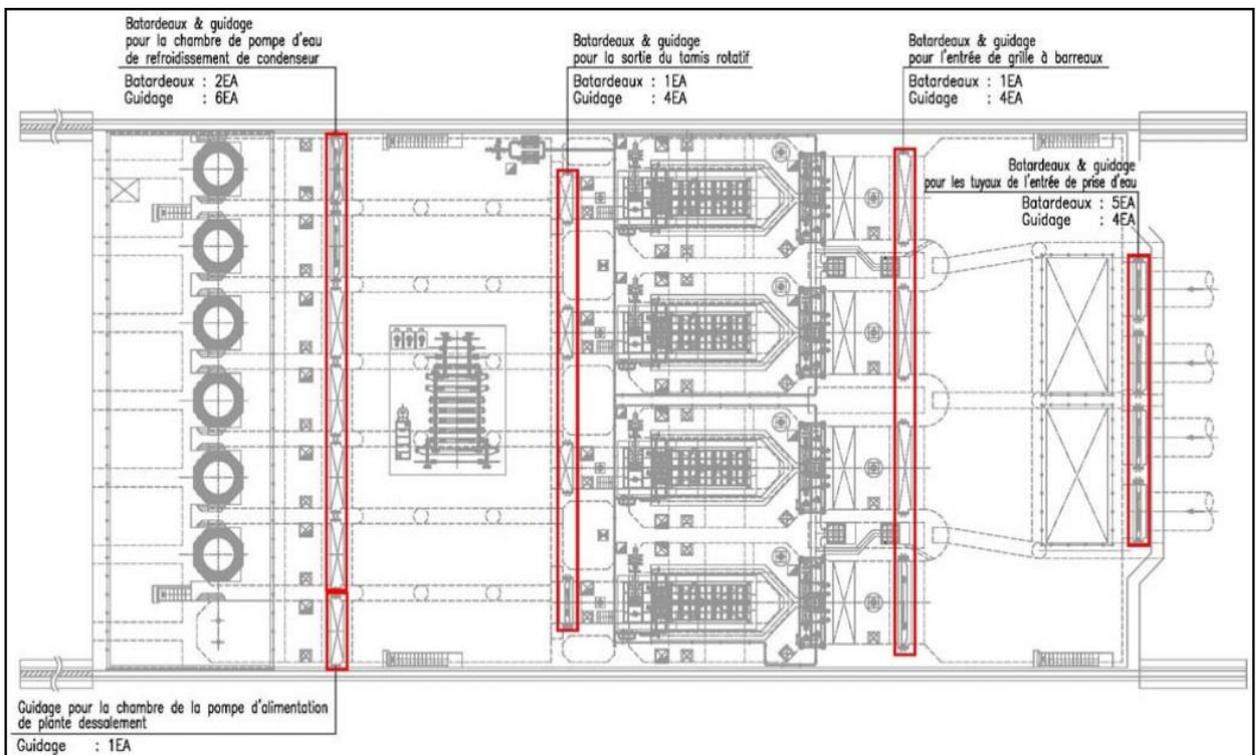


Figure II.8: Les batardeaux et guidage de la station de pompage

II.5.1.2. Grille à Barreaux avec le dégrilleur

A. Grille à barreaux

Le dégrilleur est situé en amont du tamis rotatif, les gros débris sont collectés sur la grille à barreaux. L'opération de nettoyage commence lorsque l'unité d'entraînement est activée pour éliminer les débris qui se sont déposée sur la grille à barreaux. [12]

B. Grille à débris

Le dégrilleur doit être conçu pour rassembler et enlever des ordures sur la grille à barreaux inclinée 5 degrés de la structure d'eau de mer, Il doit être de type fixe. [10]

Le dégrilleur est une partie très importante du processus de production et plusieurs conditions doivent être suivies pour qu'il soit produit d'une manière correcte. Dans cette partie, nous allons explorer les processus que l'écran doit suivre pour être produit correctement. Nous verrons les différents types de processus, tels que le mécanisme de ratissage, mécanisme de levage, unité travaux de cadre, système de cylindre du moteur, et la partie électrique.

➤ **Mécanisme de Ratissage**

- Le mécanisme de ratissage doit être conduit du palan (bloc) à l'aide d'un système approprié de câbles et de liasses.
 - Les dents du râteau sont soudées sur un tube de couple de la conduite.
 - Les dents du râteau doivent être fixées au tube de couple, en respectant un espacement correspondant à celui entre les barreaux de la grille.
 - Le positionnement de dents du râteau doit être contrôlé à l'aide d'un moteur électrique.
- [12]

La conception de mécanisme de rotation des dents doit être conçue de manière à permettre l'ouverture et la fermeture des dents du râteau indépendamment ment du fonctionnement de la machine de levage principale.

➤ **Mécanisme de Levage**

Le dégrilleur est constitué par des machines de levage électriques, utilisant un moteur totalement fermé avec frein magnétique, un cyclo- réducteur, un accouplement et un interrupteur de fin de course fermé adapté pour l'arrêt automatique de râteau en haut et en position haute et en basse.

➤ **Unité travaux de Cadre**

- Le cadre principal de dégrilleur est conçu pour accueillir le mécanisme de ratissage.
- La tôle morte située devant le cadre principal permet d'assurer une transition lisse du mécanisme de râteau de la grille à barreaux à vers sa position de décharge.

➤ **Système de Cylindre du Moteur**

- Le cylindre du moteur est contrôlé automatiquement l'ouverture des dents de râteau, dans le cas de blocage ou de surchargée.
- Le cylindre du moteur est équipé d'un limiteur de couple et l' d'un interrupteur de fin de course pour contrôler la surcharge et effectuer le réglage. [12]

➤ Partie électrique

▪ Tous les moteurs électriques sont de type fermé et ce qui les rend appropriée pour l'utilisation en extérieur.

▪ L'interrupteur de fin de course est monté sur le palan afin de permettre l'arrêt automatique du déplacement de râteau en haut et en bas. [14]

La figure ci-dessous illustre le dispositif général de grille à barreaux avec la machine de grille à débris :

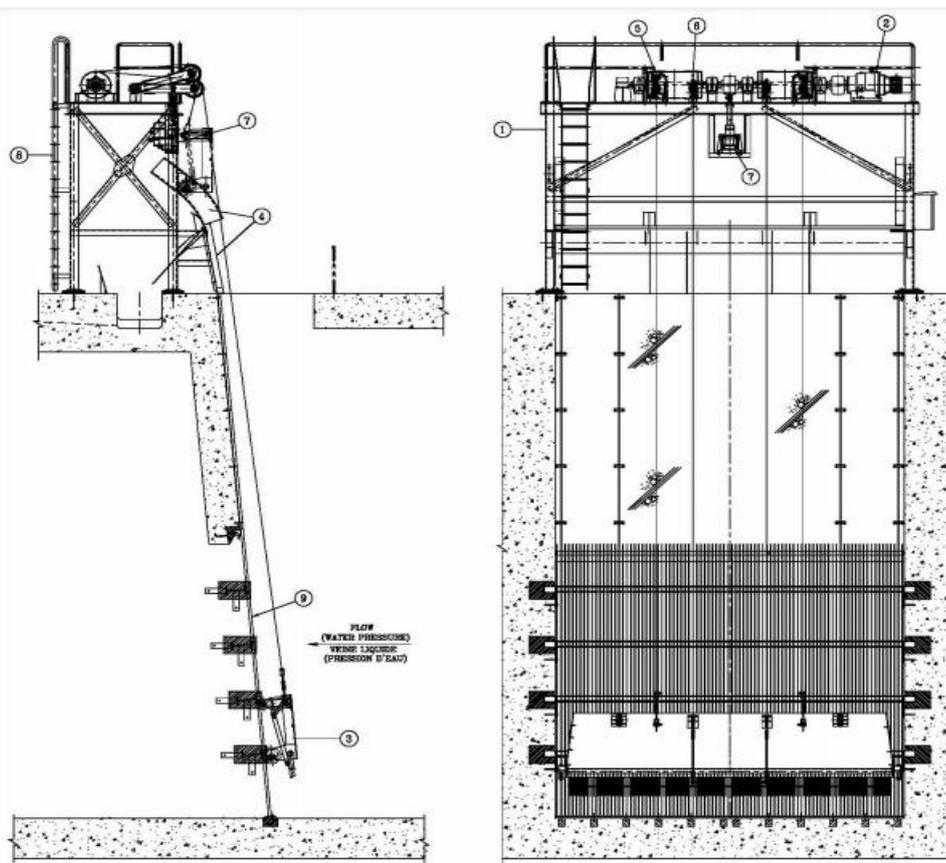


Figure II.9: Dispositif général de grille à barreaux avec la machine de grille à débris

Tel que : (1) présente l'Assemblage de l'armature, (2) Mécanisme de levage (y compris le moteur de levage et le réducteur), (3) Assemblage de râteau, (4) Assemblage de chemin de râteau, (5) Assemblage de Bras Fixe, (6) Assemblage de bras de levage, (7) Assemblage de vérin de commande (y compris le moteur automobile), (8) Échelle et main courante, (9) Grille à barreaux. [14]

C. Tamis Rotatif

Un tamis rotatif à double entrée est utilisé pour filtrer l'eau d'admission de l'appareil secondaire, éliminant les débris de plus de cinq mm, Le système de pulvérisation d'eau nettoie

les panneaux en maille de tamis rotatif et élimine les matières adhérentes. Les panneaux à mailles sont interchangeables et attachés à l'extérieur du tamis. L'étanchéité entre la structure du tamis rotatif et du mur de chambre en béton est assurée par un joint en néoprène moulé flexible. Les plaques de pelle aident à soulever les grands débris qui n'adhèrent pas aux panneaux à mailles. Les débris et l'eau de lavage sont collectés dans une cuve en béton sur le pont et le tamis est connecté à un boîtier réducteur à arbre, conduit par un moteur électrique équipé d'un dispositif de protection contre les surcharges.

La figure ci-dessous présente le schéma technique du dispositif général de tamis rotatif

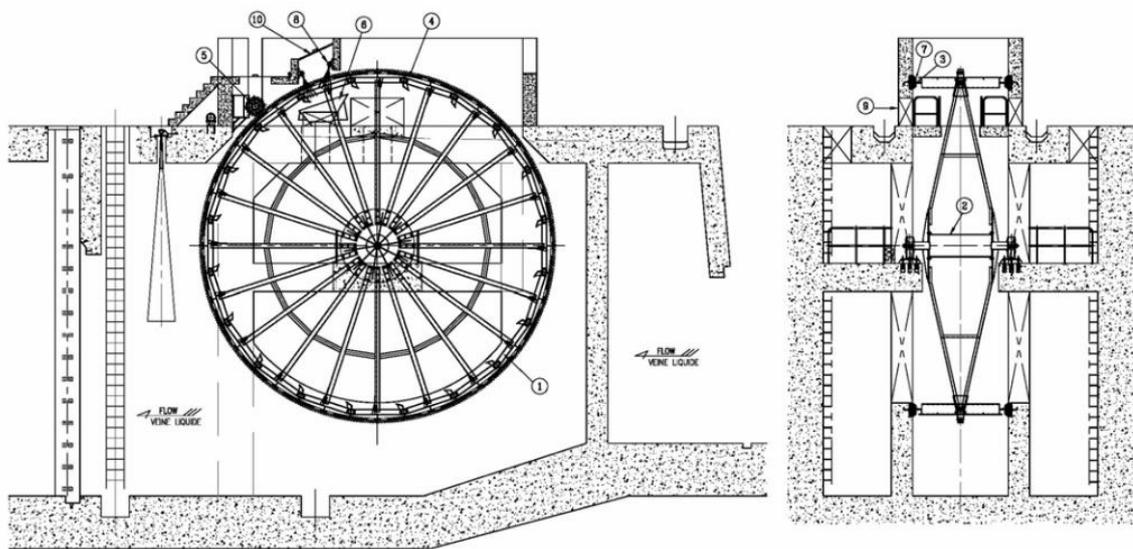


Figure II.10: Schéma technique du dispositif général de tamis rotatif [14]

Tel que : (1) représente l'Assemblage de cadre principal, (2) Assemblage d'arbre, (3) Joint d'étanchéité, (4) Assemblage de mailles, (5) Boite de commande, (6) Assemblage de cuvette, (7) Assemblage de plaque de joint, (8) Assemblage de tube de pulvérisation, (9) Porte d'entretien, (10) Porte d'entretien. [14]

D. Poubelle

Quatre poubelles sont fournies pour la collecte des débris soulevé par le dégrilleur et un tamis rotatif. Un panier sera de service et l'autre en mode veille. D'une capacité de 2,5 m³.

[12]

E. Vanne de vidange manuelle

Le béton tranchée de transfert de débris prévu pour transporter les déchets de la dégrilleur et le tamis rotatif dans les récipients à ordures sera sous la forme d'un transporteur horizontal en auge, avec une pente à être placé au-dessous des goulottes de décharge de la dégrilleur.

Le béton tranché de transfert de débris reçoit l'eau de pulvérisation du tamis rotatif qui est suffisante pour le transport des débris ; en outre, un débit d'eau de rinçage supplémentaire avec vanne installée à la tête de la tranchée de transfert de débris est meublé. [14]

La figure ci-dessous montre le Dessin dispositif générale de la vanne de vidage manuelle :

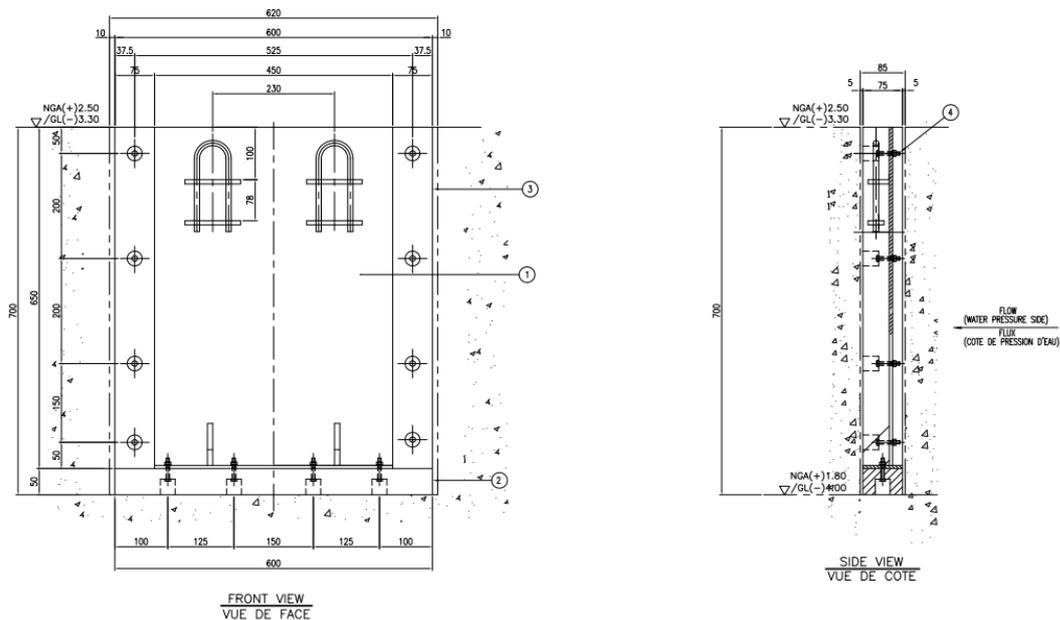


Figure II.11: Dessin dispositif générale de la vanne de vidage manuelle [15]

Tel que : (1) présente Bâti, (2) joint en caoutchouc en bas, (3) joint en caoutchouc en coté, (4) boulon, écrou, rondelle de ressort hexagonal.

F. Rayonnage d'entreposage

En fonctionnement normal, les batardeaux sont placés sur la grille de stockage de type Autoporteur [16]

II.5.1.3. Pompe de lavage de l'écran

Le système d'eau de lavage servant à nettoyer les panneaux mailles du tamis rotatif à partir de projections et faire adhérer en même temps de rinçage à la projection dans l'auge de collecte de déchets pour.

La figure ci-dessous montre le dessin schéma de tuyauterie d'arrangement de système d'eau de lavage :

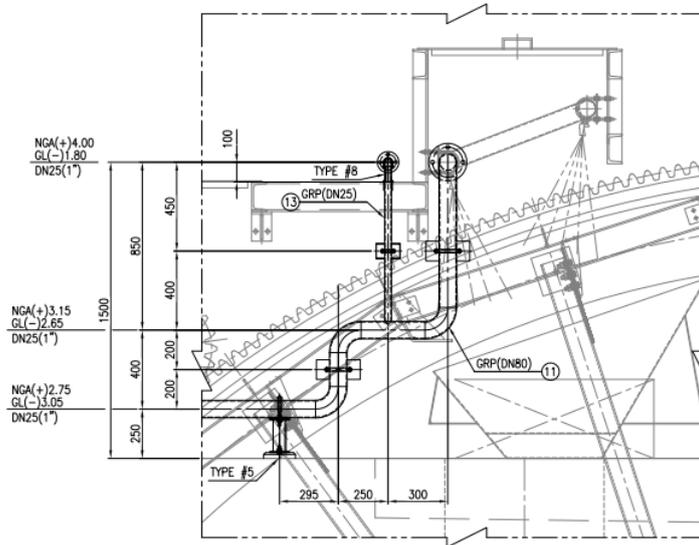


Figure II.12: Dessin tuyauterie d'arrangement de système d'eau de lavage [18]

Deux écrans pompes de lavage et la tuyauterie connexe, recto verso manuelle crépine, vannes motorisées et divers vannes manuelles, sont prévus pour assurer l'approvisionnement en eau pour le nettoyage de la maille de l'écran tambour et le creux de la corbeille commune fins laver. [14]

La figure ci-dessous présenté la Pompe de lavage de Grille :

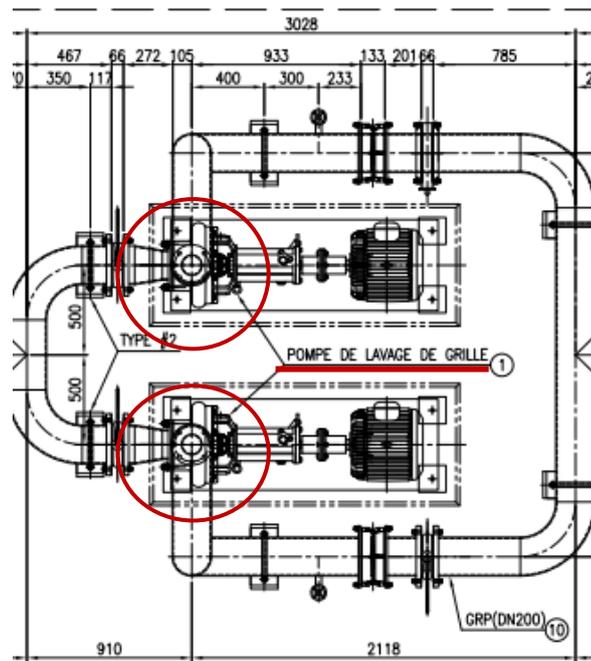


Figure II.13: Pompe de lavage de Grille [18]

II.5.1.4. Formateur recto verso manuelle

Le transmetteur de pression différentielle positionné des deux côtés de la crépine recto verso manuel est utilisé pour détecter l'état d'obstruction de la ligne de conduite, cette ligne de conduite à une capacité de $200m^3/heure$.

II.5.1.5. Indicateur de pression

L'indicateur de pression est utilisé pour évaluer la pression interne du système d'eau de lavage, en prenant en considération la tête d'arrêt de la pompe, la hauteur statique maximale et la pression maximale de pulvérisation. Une analyse est effectuée pour déterminer la conception du système de pression, y compris le nombre et l'emplacement des vannes d'ouverture/fermeture.

La figure ci-dessous présente l'indicateur de pression locale de la station de pompage :

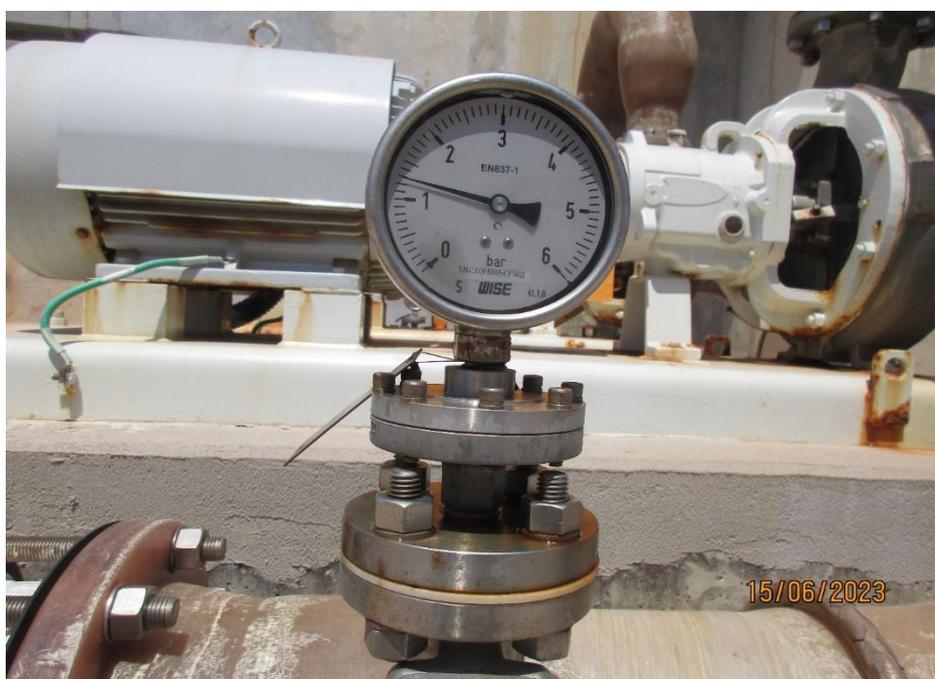


Figure II.14: Indicateur de pression locale.

II.5.2. Système de contrôle

Le système de contrôle est composé de deux composants principaux:

➤ **Panneau de contrôle local (Panneau PLC) pour l'installation de prise d'eau de mer**

Le panneau de contrôle local est placé à la salle de commande (MCC) du poste de pompage d'eau de refroidissement avec une quantité de un jeu [14].

➤ **Poste de contrôle local pour l'installation de prise d'eau de mer**

Les panneaux sont placés à proximité de chaque tamis rotatif, dégrilleur et pompe de lavage de tamis, selon les emplacements suivants :

- Poste de contrôle local pour le tamis rotatif. Avec une quantité de quatre jeux (1 jeu/ Tamis Rotatif).
- Poste de contrôle local pour le dégrilleur. Avec une quantité de quatre jeux (1 jeu/ Dégrilleur).
- Poste de contrôle local pour la pompe de lavage de tamis. Avec une quantité de un jeu. [14].

II.5.3. Instrumentation de la station de pompage

La station de pompage est constituée de :

II.5.2.1. Les capteurs

Parmi les capteurs utilisés dans la station on trouve :

A. Interrupteur de fin de course

Les interrupteurs de fin de course mécaniques peuvent aussi être appelés « Détecteur de position » et « Interrupteur de position ». Ils coupent ou établissent un circuit lorsqu'ils sont actionnés par un mobile [18]

B. Capteur de niveau de type ultrasonique

Le système de mesure de niveau de type ultrasonique est utilisé pour mesurer le niveau d'eau en amont et en aval de tamis rotatif et de dégrilleur, Il est constitué de :

- Panneau de suivi au niveau : 2 jeux
- Capteur de niveau : 12 jeux au total, tel que :

4 jeux ; Un (1) pour le niveau d'eau en amont de chaque grille à barreaux avec le dégrilleur

4 jeux ; Un (1) pour le niveau d'eau en amont de chaque tamis rotatif

4 jeux ; Un (1) pour le niveau d'eau en aval de chaque tamis rotatif [14]

La figure suivante présente le tableau de la liste de capteur niveau :

LEVEL SENSOR LIST (LISTE DE CAPTEUR DE NIVEAU)			
No.	KKS NO.	DESCRIPTION	REMARKS REMARQUE
1	00PBB01CL101	TRASH RAKE-A UPSTREAM LEVEL SENSOR (GRILLE A DEBRIS-A CAPTEUR D'AMONT)	
2	00PBB01CL102	DRUM SCREEN-A UPSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-A CAPTEUR D'AMONT)	
3	00PBB01CL103	DRUM SCREEN-A DOWNSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-A CAPTEUR D'AVALE)	
4	00PBB02CL101	TRASH RAKE-B UPSTREAM LEVEL SENSOR (GRILLE A DEBRIS-B CAPTEUR D'AMONT)	
5	00PBB02CL102	DRUM SCREEN-B UPSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-B CAPTEUR D'AMONT)	
6	00PBB02CL103	DRUM SCREEN-B DOWNSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-B CAPTEUR D'AVALE)	
7	00PBB03CL101	TRASH RAKE-C UPSTREAM LEVEL SENSOR (GRILLE A DEBRIS-C CAPTEUR D'AMONT)	
2	00PBB03CL102	DRUM SCREEN-C UPSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-C CAPTEUR D'AMONT)	
9	00PBB03CL103	DRUM SCREEN-C DOWNSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-C CAPTEUR D'AVALE)	
10	00PBB04CL101	TRASH RAKE-D UPSTREAM LEVEL SENSOR (GRILLE A DEBRIS-D CAPTEUR D'AMONT)	
11	00PBB04CL102	DRUM SCREEN-D UPSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-D CAPTEUR D'AMONT)	
12	00PBB04CL103	DRUM SCREEN-D DOWNSTREAM LEVEL SENSOR (TAMIS ROTATIF-D CAPTEUR D'AVALE)	
	TOTAL Q'TY (QUANTITE TOTALE)	12 Sets (12 SERIES)	

Figure II.15: Liste de capteur niveau

La figure ci-dessous montre un capteur de niveau ultrasonique de la station :



Figure II.16: Capteur de niveau ultrasonique [20]

Tel que : les nomenclature des matériels de capteur niveau est présentées comme suit : (1) transducteur de niveau, (2) pole, (3) bride, (4) boite a borne, (5) ensemble de boulon ancrage.

La sonde envoie des impulsions ultrasoniques vers la surface du produit, où elles sont réfléchies et reçues à nouveau par la sonde. Le transmetteur Prosonic S FMU90 mesure le temps

(t) entre l'émission et la réception l'impulsion. Calcule alors, à l'aide du temps (t) et la vitesse du son (c), la distance (d) entre le point de référence et la surface du produit.

Pour corriger la durée de propagation du son en fonction de la température, un capteur de température (NTC) est intégré dans les sondes à ultrasons [14]. Comme indiqué ci-dessous :

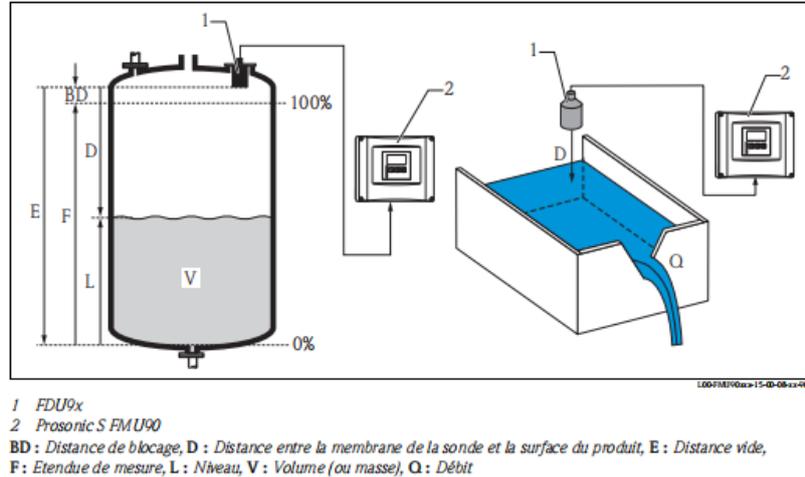


Figure II.17: Principe de mesure de niveau [24]

Transducteur de pression

Le transducteur de pression conçu pour détecter :

- La pression d'eau de lavage d'admission pour le tamis rotatif, avec une quantité de quatre jeux (1 jeu / Tamis rotatif).
- La pression d'eau de lavage d'admission de décharge pour la pompe de lavage de tamis, avec une quantité de un 1 jeu. [14]

La figure ci-dessous présente le schéma d'un transducteur de pression

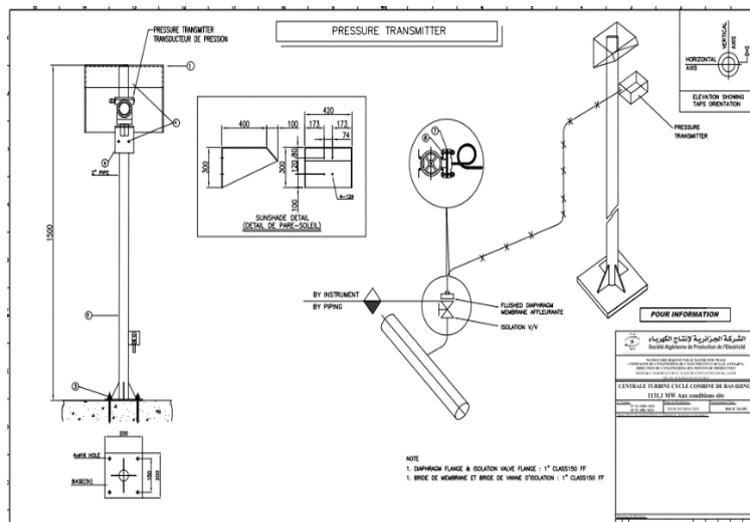


Figure II.18: Dessin d'un Transducteur de Pression [24]

C. Le capteur de pression différentielle

Le capteur de pression différentielle est conçu pour détecter la pression différentielle pour la passoire duplex manuelle, avec une quantité d'un jeu. [14]

La figure ci-dessous présente le schéma d'un capteur de pression différentielle :

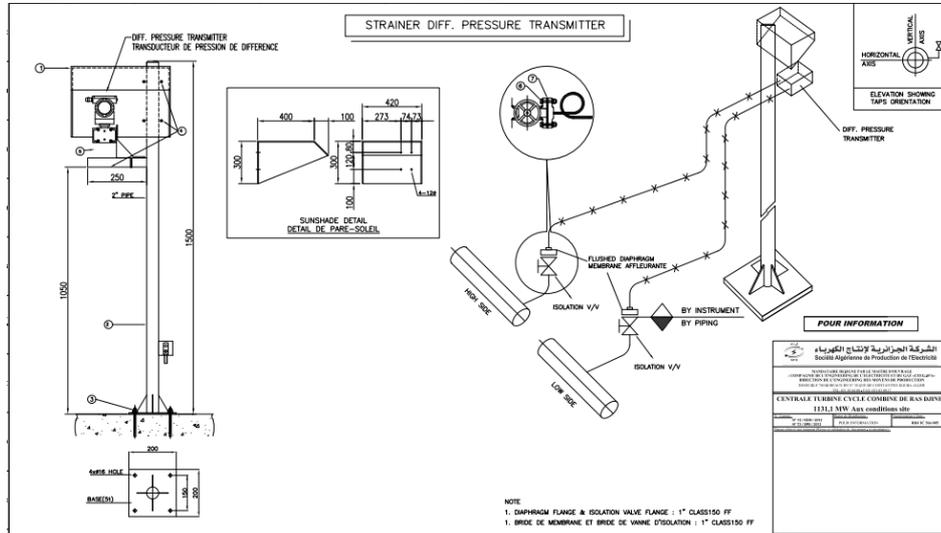


Figure II.19: Schéma d'un capteur de pression différentielle : [24]

II.5.2.2. Les moteurs électriques de la station

Le moteur électrique utilisé dans la station est une machine asynchrone triphasée qui se compose d'un stator fixe et d'un rotor mobile. Son but est de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique.

La figure ci-dessous montre le schéma de localisation électrique et instrument (équipements de la pris d'eau de mer) :

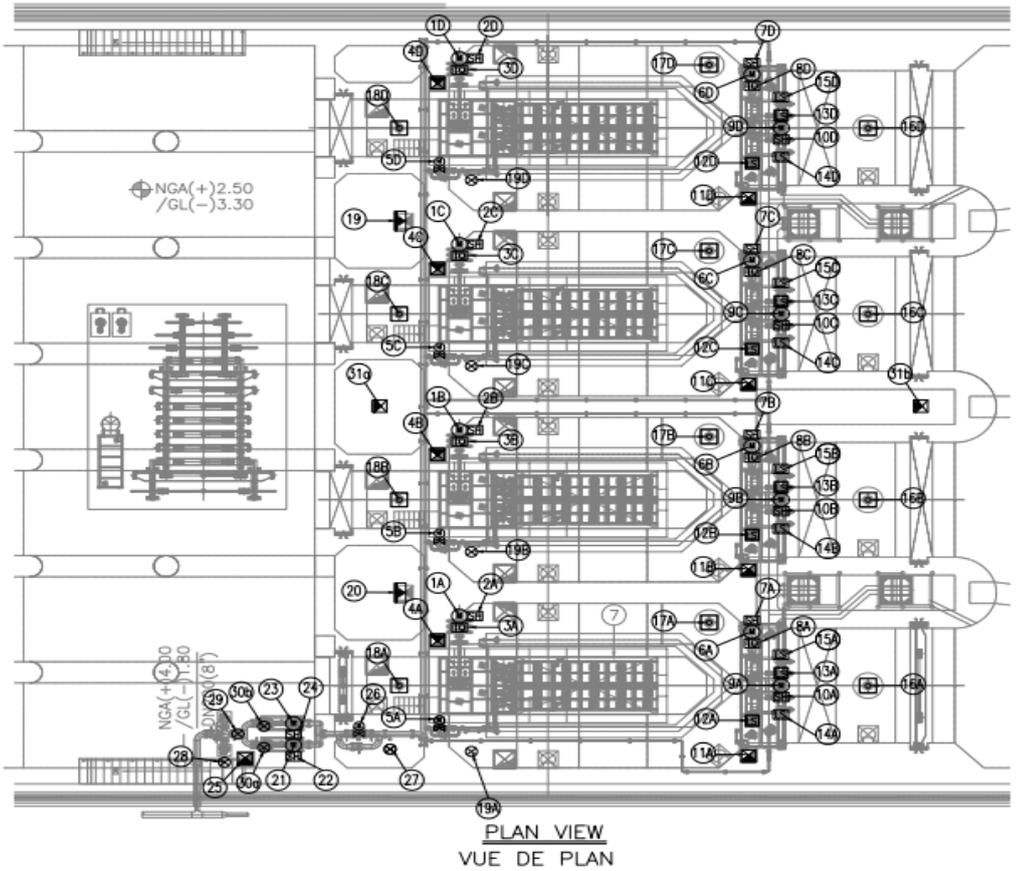


Figure II.20: Schéma de localisation électrique et instrument (équipements de la pris d'eau de mer)

[22]

La figure ci-dessous présentent les nomenclateurs et les descriptions des équipements de localisation électrique :

S/N	DESCRIPTION	EQUIPMENT NO.	S/N	DESCRIPTION	EQUIPMENT NO.	S/N	DESCRIPTION	EQUIPMENT NO.
1A	MOTOR FOR DRUM SCREEN-A MOTEUR POUR TAMIS ROTATIF-A	00PB01AT002	1C	MOTOR FOR DRUM SCREEN-C MOTEUR POUR TAMIS ROTATIF-C	00PB03AT002	19	LEVEL MONITORING PANEL-A PANNEAU DE COMMANDE DE NIVEAU-A	00PB02GH001
2A	MOTOR SPACE HEATER FOR DRUM SCREEN-A MOTEUR POELE A GAZ POUR TAMIS ROTATIF-A	00PB01CG002	2C	MOTOR SPACE HEATER FOR DRUM SCREEN-C MOTEUR POELE A GAZ POUR TAMIS ROTATIF-C	00PB03CG002	20	LEVEL MONITORING PANEL-B PANNEAU DE COMMANDE DE NIVEAU-B	00PB02GH002
3A	OVER TORQUE LIMIT SWITCH FOR DRUM SCREEN-A PLUS DE COUPLE DE COURSE POUR TAMIS ROTATIF-A	00PB01CG002	3C	OVER TORQUE LIMIT SWITCH FOR DRUM SCREEN-C PLUS DE COUPLE FINE DE COURSE POUR TAMIS ROTATIF-C	00PB03CG002	21	MOTOR FOR SCREEN WASH PUMP-A MOTEUR POUR POMPE DE LAVAGE DE GRILLE-A	00PB05AP001
4A	LCS FOR DRUM SCREEN-A LCS POUR TAMIS ROTATIF-A	00PB01GH002	4C	LCS FOR DRUM SCREEN-C LCS POUR TAMIS ROTATIF-C	00PB03GH002	22	MOTOR SPACE HEATER FOR SCREEN WASH PUMP-A MOTEUR POELE A GAZ POUR POMPE DE LAVAGE DE GRILLE-A	00PB05AP001
5A	MOV FOR DRUM SCREEN-A MOV POUR TAMIS ROTATIF-A	00PB01AA041	5C	MOV FOR DRUM SCREEN-C MOV POUR TAMIS ROTATIF-C	00PB03AA041	23	MOTOR FOR SCREEN WASH PUMP-B MOTEUR POUR POMPE DE LAVAGE DE GRILLE-B	00PB05AP002
6A	MOTOR FOR HOIST OF TRASH RAKE-A MOTEUR POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-A	00PB01AT001M1	6C	MOTOR FOR HOIST OF TRASH RAKE-C MOTEUR POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-C	00PB03AT001M1	24	MOTOR SPACE HEATER FOR SCREEN WASH PUMP-B MOTEUR POELE A GAZ POUR POMPE DE LAVAGE DE GRILLE-B	00PB05AP002
7A	MOTOR SPACE HEATER FOR HOIST OF TRASH RAKE-A MOTEUR POELE A GAZ POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001A	7C	MOTOR SPACE HEATER FOR HOIST OF TRASH RAKE-C MOTEUR POELE A GAZ POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001A	25	LCS FOR SCREEN WASH PUMP LCS POUR POMPE DE LAVAGE DE GRILLE	00PB05GH001
8A	TORQUE LIMIT SWITCH FOR HOIST OF TRASH RAKE-A PLUS DE COUPLE DE COURSE POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001A	8C	TORQUE LIMIT SWITCH FOR HOIST OF TRASH RAKE-C COUPLE FIN DE COURSE POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001A	26	MOV FOR DISCHARGE OF SWP MOV POUR DECHARGE DE SWP	00PB05AM041
9A	MOTOR FOR TOOTH OF TRASH RAKE-A MOTEUR POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-A	00PB01AT001M2	9C	MOTOR FOR TOOTH OF TRASH RAKE-C MOTEUR POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-C	00PB03AT001M2	27	PRESSURE TRANSMITTER FOR DISCHARGE OF SWP TRANSMETTEUR DE PRESSION POUR DECHARGE OF SWP	00PB05CP102
10A	MOTOR SPACE HEATER FOR TOOTH OF TRASH RAKE-A MOTEUR POELE A GAZ POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001A	10C	MOTOR SPACE HEATER FOR TOOTH OF TRASH RAKE-C MOTEUR POELE A GAZ POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001A	28	DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER FOR MOS TRANSMETTEUR DE PRESSION DIFFERENTIELLE POUR MOS	00PB05CP101
11A	LCS FOR TRASH RAKE-A LCS POUR GRILLE A DEBRIS-A	00PB01GH001	11C	LCS FOR TRASH RAKE-C LCS POUR GRILLE A DEBRIS-C	00PB03GH001	29	PRESSURE GAUGE FOR SUCTION OF SWP CALIBRE DE PRESSION POUR SUCCION DE SWP	00PB05CP503
12A	CAM LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-A CAM COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001B	12C	CAM LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-C CAM FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001B	30	PRESSURE GAUGE FOR DISCHARGE OF SWP-A CALIBRE DE PRESSION POUR DECHARGE OF SWP-A	00PB05CP501
13A	TOOTH LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-A DENTS DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001C	13C	TOOTH LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-C DENTS FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001C	31	PRESSURE GAUGE FOR DISCHARGE OF SWP-B CALIBRE DE PRESSION POUR DECHARGE OF SWP-B	00PB05CP502
14A	ROPE SLACK(L) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-A MOU DE CABLE(L) INTERROMPTEUR DE FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001D	14C	ROPE SLACK(L) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-C MOU DE CABLE(L) FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001D	17	RECEPTACLE-1	
15A	ROPE SLACK(R) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-A MOU DE CABLE(R) INTERROMPTEUR DE FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-A	00PB01CG001E	15C	ROPE SLACK(R) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-C MOU DE CABLE(R) FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-C	00PB03CG001E	18	RECEPTACLE-2	
16A	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF BAR SCREEN-A CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE GRILLE A BARREAUX-A	00PB01CL101	16C	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF BAR SCREEN-C CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE GRILLE A BARREAUX-C	00PB03CL101			
17A	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF DRUM SCREEN-A CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE GRILLE A BARREAUX-A	00PB01CL102	17C	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF DRUM SCREEN-C CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE TAMIS ROTATIF-C	00PB03CL102			
18A	LEVEL SENSOR FOR DOWNSTREAM OF DRUM SCREEN-A CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE GRILLE A BARREAUX-A	00PB01CL103	18C	LEVEL SENSOR FOR DOWNSTREAM OF DRUM SCREEN-C CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE TAMIS ROTATIF-C	00PB03CL103			
19A	PRESSURE TRANSMITTER FOR DRUM SCREEN-A TRANSMETTEUR DE PRESSION POUR TAMIS ROTATIF-A	00PB01CP101	19C	PRESSURE TRANSMITTER FOR DRUM SCREEN-C TRANSMETTEUR DE PRESSION POUR TAMIS ROTATIF-C	00PB03CP101			

Figure II.21: Les nomenclateurs et la description des matériels de localisation électrique "A"

S/N S/N	DESCRIPTION DESCRIPTION	EQUIPMENT NO. NO. D'EQUIPEMENT	S/N S/N	DESCRIPTION DESCRIPTION	EQUIPMENT NO. EQUIPMENT NO.
1B	MOTOR FOR DRUM SCREEN-B MOTEUR POUR TAMIS ROTATIF-B	00PBB02AT002	1D	MOTOR FOR DRUM SCREEN-D MOTEUR POUR TAMIS ROTATIF-D	00PBB04AT002
2B	MOTOR SPACE HEATER FOR DRUM SCREEN-B MOTEUR POELE A GAZ POUR TAMIS ROTATIF-B		2D	MOTOR SPACE HEATER FOR DRUM SCREEN-D MOTEUR POELE A GAZ POUR TAMIS ROTATIF-D	
3B	OVER TORQUE LIMIT SWITCH FOR DRUM SCREEN-B PLUS DE TORQUE FIN DE COURSE POUR TAMIS ROTATIF-B	00PBB02CG002	3D	OVER TORQUE LIMIT SWITCH FOR DRUM SCREEN-D PLUS DE COUPLE FIN DE COURSE POUR TAMIS ROTATIF-D	00PBB04CG002
4B	LCS FOR DRUM SCREEN-B LCS POUR TAMIS ROTATIF-B	00PBB02GH002	4D	LCS FOR DRUM SCREEN-D LCS POUR TAMIS ROTATIF-D	00PBB04GH002
5B	MOV FOR DRUM SCREEN-B MOV POUR TAMIS ROTATIF-B	00PBB02AA041	5D	MOV FOR DRUM SCREEN-D MOV POUR TAMIS ROTATIF-D	00PBB04AA041
6B	MOTOR FOR HOIST OF TRASH RAKE-B MOTEUR POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02AT001M1	6D	MOTOR FOR HOIST OF TRASH RAKE-D MOTEUR POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04AT001M1
7B	MOTOR SPACE HEATER FOR HOIST OF TRASH RAKE-B MOTEUR POELE A GAZ POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-B		7D	MOTOR SPACE HEATER FOR HOIST OF TRASH RAKE-D MOTEUR POELE A GAZ POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-D	
8B	TORQUE LIMIT SWITCH FOR HOIST OF TRASH RAKE-D CAM FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02CG001A	8D	TORQUE LIMIT SWITCH FOR HOIST OF TRASH RAKE-D COUPLE FIN DE COURSE POUR LEVAGE DE GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04CG001A
9B	MOTOR FOR TOOTH OF TRASH RAKE-B MOTEUR POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02AT001M2	9D	MOTOR FOR TOOTH OF TRASH RAKE-D MOTEUR POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04AT001M2
10B	MOTOR SPACE HEATER FOR TOOTH OF TRASH RAKE-B MOTEUR POELE A GAZ POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-B		10D	MOTOR SPACE HEATER FOR TOOTH OF TRASH RAKE-D MOTEUR POELE A GAZ POUR DENTS DE GRILLE A DEBRIS-D	
11B	LCS FOR TRASH RAKE-B LCS POUR GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02GH001	11D	LCS FOR TRASH RAKE-D LCS POUR GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04GH001
12B	CAM LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-B CAM FIN DE COURSE DE GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02CG001B	12D	CAM LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-D CAM FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04CG001B
13B	TOOTH LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-B DENTS FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02CG001C	13D	TOOTH LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-D DENTS FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04CG001C
14B	ROPE SLACK(L) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-B MOU DE CABLE(L) FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02CG001D	14D	ROPE SLACK(L) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-D MOU DE CABLE(L) FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04CG001D
15B	ROPE SLACK(R) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-B MOU DE CABLE(R) FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-B	00PBB02CG001E	15D	ROPE SLACK(R) LIMIT SWITCH FOR TRASH RAKE-D MOU DE CABLE (R) FIN DE COURSE POUR GRILLE A DEBRIS-D	00PBB04CG001E
16B	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF BAR SCREEN-B CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE GRILLE A BARREAUX-B	00PBB02CL101	16D	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF BAR SCREEN-D CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE GRILLE A BARREAUX-D	00PBB04CL101
17B	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF DRUM SCREEN-B CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE TAMIS ROTATIF-B	00PBB02CL102	17D	LEVEL SENSOR FOR UPSTREAM OF DRUM SCREEN-D CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AMONT DE TAMIS ROTATIF-D	00PBB04CL102
18B	LEVEL SENSOR FOR DOWNSTREAM OF DRUM SCREEN-B CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AVAL DE TAMIS ROTATIF-B	00PBB02CL103	18D	LEVEL SENSOR FOR DOWNSTREAM OF DRUM SCREEN-D CAPTEUR DE NIVEAU POUR L'AVAL DE TAMIS ROTATIF-D	00PBB04CL103
19B	PRESSURE TRANSMITTER FOR DRUM SCREEN-B TRANSMETTEUR DE PRESSION POUR TAMIS ROTATIF-B	00PBB02CP101	19D	PRESSURE TRANSMITTER FOR DRUM SCREEN-D TRANSMETTEUR DE PRESSION POUR TAMIS ROTATIF-D	00PBB04CP101

Figure II.22: Les nomenclateurs et la description des matériels de localisation électrique "B"

II.5.2.3. Vanne motorisée (M.O.V)

La vanne motorisée (MOV) est un élément essentiel du système d'installation et de tuyauterie. Ces vannes souvent de grande taille et de type, sont utilisées dans diverses applications telles que la décharge de pompe, etc... par exemple, dans les conduites d'eau de refroidissement ou les canalisations de traitement, le contrôle du fluide n'est pas requis, où les vannes motorisées peuvent être utilisées pour autoriser ou arrêter complètement l'écoulement du fluide [19].



Figure II.23: La Vanne motorisée de la station

II.6.2. Principe de fonctionnement du système

Dans cette partie, on propose de résumer le fonctionnement de système comme suit :

- Les installations de prise d'eau de mer garantissent un approvisionnement en eau de mer adéquat en termes de quantité et de qualité, quel que soit le type de système installé en aval.
- La grille à barreaux avec le dégrilleur est une installation de triage primaire d'enlever des débris grossiers et plus grands. Elle protège le tamis rotatif contre les charges surdimensionnées. En plus cette grille permet d'enlever les gros débris flottants et suspendus tels que les mauvaises herbes, les roseaux, les plastiques, les méduses, etc... des eaux de surface.
- Le tamis rotatif est appliqué comme une installation de triage secondaire d'eau d'aspiration. Il est conçu pour enlever tous les éléments solides plus grands que Cinq mm des eaux de mer pour que n'importe quels débris ne puissent pas être entrés dans l'autre système. Les débris des eaux de mer comportent d'autres matières flottantes telles que les algues, les méduses, etc.
- Le système de lavage à eau sert pour nettoyer le panneau à mailles de tamis rotatif. Les matières adhérentes sur le tamis sont enlevées par l'eau de lavage et en même temps, l'eau d'arrosage nettoie le tamis pour rejeter les déchets à la cuve collectrice.
- En plus la structure en acier sous l'eau doit être protégée contre la corrosion causée par l'eau de mer au moyen du système de protection cathodique. [14]

II.6.3. Philosophie de fonctionnement et de contrôle pour l'installation

Le fonctionnement de démarrage et d'arrêt de groupe à distance (DCS) pour le dégrilleur et le tamis rotatif sont en mode câblé [10].

Deux modes de fonctionnement sont disponibles pour le système : le mode manuel (MAN) et le mode automatique (AUTO).

En mode manuel (MAN), l'opérateur doit vérifier le niveau du collecteur du bassin, si le niveau est haut (H), il active les pompes en appuyant sur le bouton MARCHE. Si le niveau baisse (HH), l'opérateur arrête les pompes en appuyant sur le bouton STOP.

En mode AUTO, lorsque le niveau d'eau atteint la limite supérieure (H), la pompe A est activée, lorsque le niveau d'eau atteint la limite supérieure (HH), la pompe B est activée et le processus est inversé. En cas de dysfonctionnement (indiqué par un voyant jaune), l'opérateur

doit corriger le problème en appuyant sur le bouton "FAUT", ce qui entraînera l'arrêt des pompes s'arrêteront.

II.6.4. Configuration de système

La figure ci-dessous présente la configuration de système :

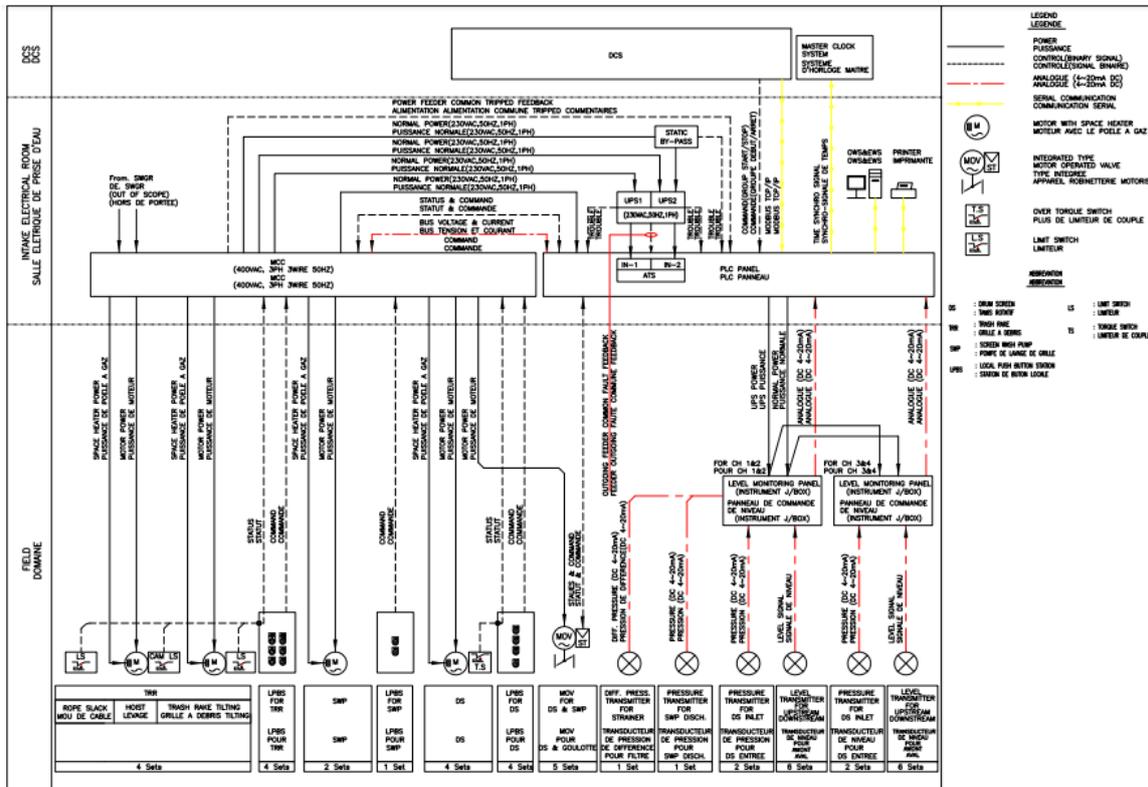


Figure II.25: Panneau de configuration de système

II.7. Contrôle de l'installation

L'installation de prise d'eau de mer est contrôlée et surveillée à l'aide du panneau de commande PLC et de l'interface homme-machine (HMI).

Le dégrilleur et le tamis rotatif ont un cycle de contrôle de marche/arrêt à distance (DCS) basé sur des câbles en fibre optique. Le contrôle peut être effectué localement à partir de la station de commande locale (MCC) ainsi que via le panneau de commande PLC.

Les informations sur le statut d'entraînement, les alarmes groupées et les paramètres de processus sont échangés entre le PLC et le DCS par une liaison de données non redondante utilisant le protocole Modbus TCP/IP.

La station de commande locale (MCC) dispose d'un commutateur à trois positions (Local-Off-À distance) pour chaque dégrilleur et tamis rotatif. En position "Locale", l'opération de contrôle est effectuée localement à l'aide des boutons-poussoir de la station. En position "À distance", le contrôle se fait via le panneau de commande PLC.

En utilisant le commutateur à deux positions sur l'interface HMI, on peut sélectionner le mode de fonctionnement du dégrilleur et du tamis rotatif ("Auto ON" - "Auto OFF"). Dans la position "AUTO ON", ils sont mis en marche selon le niveau différentiel ou le programmeur 24h/24.

De plus, les statuts de fonctionnement, d'arrêt, de faute pour chaque dégrilleur et tamis rotatif sont affichés sur l'interface (HMI). [14]

II.7.1. Contrôle des soupapes d'admission

Avec le commutateur sélecteur de mode à deux positions sur la vanne motorisée (MOV), il est possible de choisir le mode de fonctionnement ("local" - "à distance") pour chaque soupape :

- Au mode "local", le MOV est contrôlé par les commutateurs de bouton poussoir (FERMETURE-ARRÊT-OUVERTURE) sur le MOV.
- Au mode "à distance", les soupapes sont opérées manuellement par les commutateurs sur l'HMI, ou automatiquement par le signal de commande de marche/arrêt de chaque tamis rotatif.

L'indication du statut d'ouverture, de fermeture et défaut pour le MOV est fournie sur l'HMI.

II.7.2. Contrôle de pompe de lavage de tamis

La pompe de lavage de tamis peut être contrôlée depuis la station de commande locale, panneau de commande de MCC et de PLC.

Le MCC est équipé d'un commutateur sélecteur de mode à trois positions (Local-Off-à distance) pour chaque pompe de lavage de tamis.

- À la position "Locale", la pompe de lavage de tamis est contrôlée par le bouton-poussoir sur la station de commande locale
- À la position "à distance", la pompe de lavage de tamis est contrôlée au panneau de commande de PLC avec l'HMI.
- Avec le commutateur sélecteur de mode à deux positions sur l'HMI, le mode de fonctionnement "Auto ON" - "Auto OFF" pour chaque pompe de lavage de tamis peut être choisi.

Le statut de fonctionnement, d'arrêt, de faute pour chaque pompe de lavage de tamis est indiqué sur l'HMI. [14]

II.7.3. Contrôle automatique pour le de tamis rotatif, et le dégrilleur

Le système de criblage d'eau de mer est contrôlé et surveillé à partir du panneau de commande PLC (contrôleur logique programmable) avec HMI. Les signaux de contrôle et d'état importants sont interfacés entre PLC et DCS.

II.7.3.1. Contrôle de temps périodique (Programmateur à 24 heures)

Le tamis rotatif et le dégrilleur fonctionnent selon une planification temporelle toutes les 8 heures pour 15 à 30 minutes, trois fois par jour. Le temps de fonctionnement et l'arrêt peut être réglé via l'HMI.

Lorsque le signal de fonctionnement du contrôle de temps périodique est présenté, le dégrilleur démarre et le tamis rotatif fonctionne en mode de "BASSE" vitesse, avec l'ouverture de vanne d'arrivée d'eau de lavage (soupape d'admission). Une fois que la pression de conduite de pulvérisation atteint un niveau adéquat, détecté par le transmetteur de pression de conduite de pulvérisation (PT), le tamis continue à fonctionner à la vitesse "BASSE". Et ensuite, si le signal d'arrêt est présenté, le tamis rotatif et le dégrilleur s'arrêtent. [14]

II.7.3.2. Contrôle de niveau d'eau différentiel

La commande automatique, par le système de mesure de la différence de niveau, pour le du tamis rotatif et du dégrilleur est fournie comme suit : (notons que l'ordre d'exploitation pour tous les tamis rotatifs et dégrilleurs est identique) [14].

➤ Pour les tamis rotatifs

- Lorsque le niveau différentiel est plus que la valeur "HAUTE" de réglage, le système de tamis rotatif est exécuté séquentiellement comme suit :
 - Le MOV pour le tamis rotatif est ouvert.
 - La pompe de lavage de tamis est démarrée
 - Si la pression d'eau de lavage est adéquate en détectant de transmetteur de pression,
 - Le tamis rotatif fonctionne à Basse vitesse.
- Si le niveau différentiel est plus que la valeur " HAUTE-HAUTE" de réglage, la vitesse Tamis rotatif est changée à haute vitesse.
- Lorsque le niveau différentiel diminue plus bas que la valeur "BASSE" pré réglée, le tamis rotatif et la pompe de lavage de tamis s'arrêtent après un fonctionnement supplémentaire de 1 et 1/3 tours pour empêcher le séchage et le collage de débris sur le tamis.
- Si le niveau différentiel dépasse la valeur "HAUTE-HAUTE-HAUTE" pré réglée, l'alarme se déclenche et le tamis rotatif s'arrête [14].

Tableau II.1: Résumé des cas possible pour le contrôle de niveau d'eau différentiel

Niveau différentiel d'eau		Tamis Rotatif	
Statut	Valeur (mm)	Mode fonctionnement	Vitesse de rotation(m/min)
Bas	<50	Arrêt	0
Haut	>100	Fonctionnement à basse vitesse	4.5(±10%)
Haut-Haut	>250	Fonctionnement à haut vitesse	9(±10%)
Haut-Haut-Haut	>350	Alarme et arrêt	0

➤ **Pour le dégrilleur**

- Lorsque le niveau différentiel est plus que la valeur "HAUTE" de pré réglage, le système de criblage est exécuté séquentiellement comme suit :
 - La pompe de lavage de tamis est démarrée.
 - Le dégrilleur est exécuté.
- Si le niveau différentiel est diminué plus bas que la valeur "BASSE" de pré réglage, le dégrilleur et la pompe de lavage de tamis sont arrêtés.
- Si le niveau différentiel dépasse la valeur "HAUTE-HAUTE-HAUTE" de pré réglage, l'alarme se déclenche et le dégrilleur s'arrête [14].

Tableau II.2: Résumé des cas de fonctionnement du dégrilleur

Niveau différentiel d'eau		Dégrilleur	
Statut	Valeur (mm)	Mode fonctionnement	Vitesse de levage(m/min)
Bas	<50	Arrêt	0
Haut	>20	Fonctionnement	9(±10%)
Haut-Haut	>350	Alarme et arrêt	0

NB : Les valeurs données dans les tableaux 1 et 2 sont tirées de : documentation interne de la centrale (CC) de ras djinet "description du système d'exploitation et de contrôle philosophie Numérotation Maître d'ouvrage : GM 566 005."

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le fonctionnement de la station de pompage ainsi que les instruments de mesure utilisés pour évaluer ses performances et assurer son bon fonctionnement. L'analyse approfondie de ces instruments nous permet de mieux comprendre le fonctionnement de la station de pompage et d'identifier des axes d'amélioration potentiels. Et également nous nous concentrons spécifiquement sur le système de contrôle de la station de pompage. De plus, notre attention se porte spécifiquement sur le système de contrôle de la station de pompage.

Dans le prochain chapitre, nous passerons à la modélisation du mode de fonctionnement de cette station de pompage à l'aide l'outil grafcet. Cette étape nous permettra de mettre en place une logique de programmation adéquate pour le contrôle de la station de pompage. Pour réaliser cela, nous utiliserons l'automate programmable Siemens et la série SIMATIC S7-300 avec le logiciel TIA PORTAL.



CHAPITRE III :

MODÉLISATION ET

AUTOMATISATION

DE LA STATION DE

POMPAGE

III.1. Introduction

L'automatisation des systèmes industriels joue un rôle essentiel dans l'optimisation et l'amélioration de l'efficacité opérationnelle des processus industriels. Pour réaliser cette automatisation, il est essentiel de modéliser le système à commander de manière précise et efficace.

La modélisation du système à commander est une étape clé dans la conception des automatismes industriels pour un automaticien, elle permet de décrire de manière chronologique les différentes étapes du processus. Cela facilite la connexion entre la partie commande (software) et la partie opérative (hardware), tout en assurant une interaction fluide avec l'opérateur.

Le GRAFCET, est un outil de modélisation et description des systèmes automatisés séquentiels, joue un rôle clé. Il permet de visualiser et de comprendre les séquences d'opérations, facilitant ainsi la conception et l'analyse du système automatisé.

Parallèlement, les automates programmables industriels (API) constituent le matériel de contrôle essentiel dans l'automatisation industrielle. Ces dispositifs, considérés comme de véritables objets communicants, contribuent activement à l'évolution de la télégestion

Dans cette mémoire, on propose d'utiliser l'automate SIEMENS S7-300 et le logiciel TIA Portal pour élaborer un programme et réaliser une simulation précise de la station de pompage, Tout au long de ce processus d'automatisation nous proposons des solutions efficaces et pertinentes pour garantir un fonctionnement optimal de la station, telles que...

Dans ce chapitre, nous commencerons par définir le GRAFCET, qui nous permettra de visualiser et d'analyser les différentes étapes du processus de pompage. Ensuite, nous présenterons en détail le logiciel TIA Portal, qui est utilisé pour configurer et programmer l'automate SIEMENS S7-300 de manière efficace. Pour une meilleure compréhension et évaluation de notre solution automatisée, nous inclurons également une partie de simulation du programme GRAFCET de la station de pompage. Cette simulation nous permettra d'observer le comportement du système dans différentes conditions et de vérifier son bon fonctionnement.

III.2. Modélisation avec l'utile GRAFCET

Il y a deux types de représentation :

- La représentation fonctionnelle (ou de niveau 1) donne une interprétation de la solution retenue pour un problème posé, en précisant la coordination des tâches opératives. Elle permet une compréhension globale du système.

- La représentation technologique (ou de niveau 2) donne une interprétation en tenant compte des choix technologiques relatifs à la partie de commande de l'automatisme ; le type et la désignation des appareillages (par exemple : S1, KM, Ka ...). [25]

III.2.1. Définition du GRAFCET

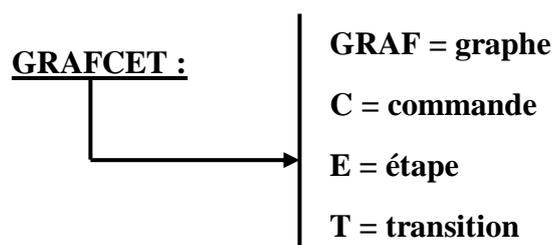
Le GRAFCET (GRaphe fonctionnel de commande par étapes et transitions) ou SFC (sequential function chart) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

- **Les ENTREES** : c'est-à-dire les transferts d'informations de la partie opérative vers la partie commande.

- **Les SORTIES** : transferts d'informations de la partie Commande vers la partie Opérative.

C'est un outil graphique puissant, directement exploitable, car c'est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché. Lorsque le mot GRAFCET (en lettre capitale) est utilisé, il fait référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot grafcet est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles du GRAFCET. [25]

Le GRAFCET comprend :



- **Des étapes** : associées à des actions ;
- **Des transitions** : associées à des réceptivités ;
- **Des liaisons orientées** : reliant étapes et transitions.

La figure ci-dessous explique les éléments de base d'un GRAFCET :

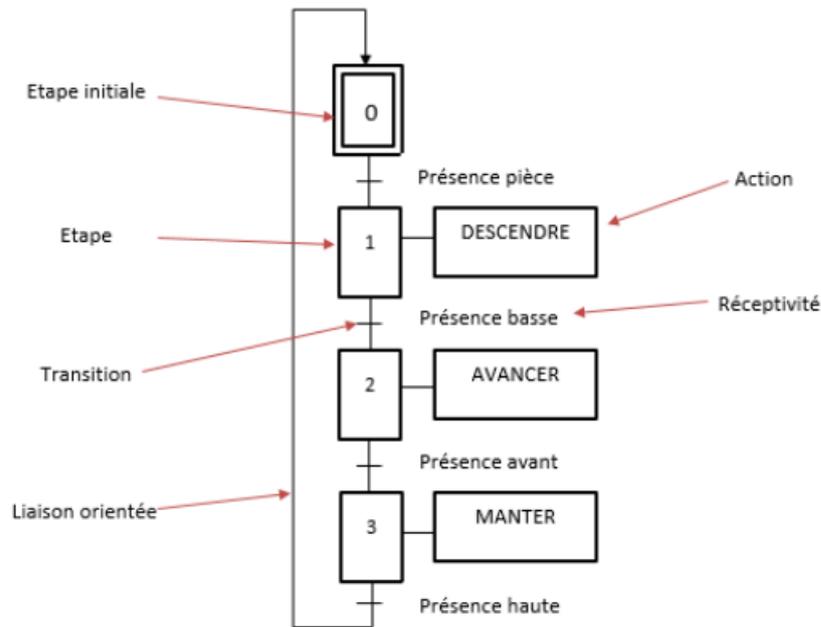


Figure III.1: Structure générale d'un grafcet

III.2.2. La représentation d'un GRAFCET

Sa représentation est faite à partir d'éléments graphique de base qui comprennent :

III.2.2.1. Les étapes d'un GRAFCET

- **Étape initiale :** $\boxed{0}$

L'étape initiale caractérise l'état du système au début du fonctionnement.

- **Étape :** $\boxed{1}$

Une étape correspond à un comportement stable du système. Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étape on peut associer une ou plusieurs actions. [25]

III.2.2.2. Les transitions et les réceptivités

- **Transition :** \perp

Les transitions indiquent les possibilités d'évolutions du cycle, à chaque transition est associée à une réceptivité.

- Réceptivité :** \perp

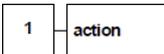
La réceptivité est la condition logique pour l'évolution du grafcet. Si la réceptivité est vrai (=1) le cycle peut évoluer. Les réceptivités proviennent du pupitre de commande, des fins de courses ou d'information provenant de la partie opérative. [25]

III.2.2.3. Les liaisons orientées

➤ **Liaisons orientés :** 

Le GRAFCET se lit de haut en bas, autrement il est nécessaire d'indiquer son évolution avec des liaisons orientées constituées de flèche indiquant le sens. [25]

Quelques définitions :

➤ **Action :** 

L'action est associée à une étape, elle est active lorsque le cycle est arrivé sur l'étape. Il est possible de définir les actions conditionnelles, temporisé, ... (électrovanne, enclenchement d'un contacteur...). [25]

➤ **Étape active :** 

Le point indique que l'étape est active.

Exemple : Fonctionnement d'une fraiseuse.

On appuie sur le bouton marche de la fraiseuse.

- La fraise descend.
- Une fois la position basse atteinte le fraisage s'effectue.
- On appuie sur le bouton arrêt.
- Le fraisage s'arrête et la fraise remonte.
- Une fois la fin de course haute atteint la fraiseuse est en position initiale.

Le schéma ci-dessous présent le Fonctionnement d'une fraiseuse avec l'utile GRAFCET :

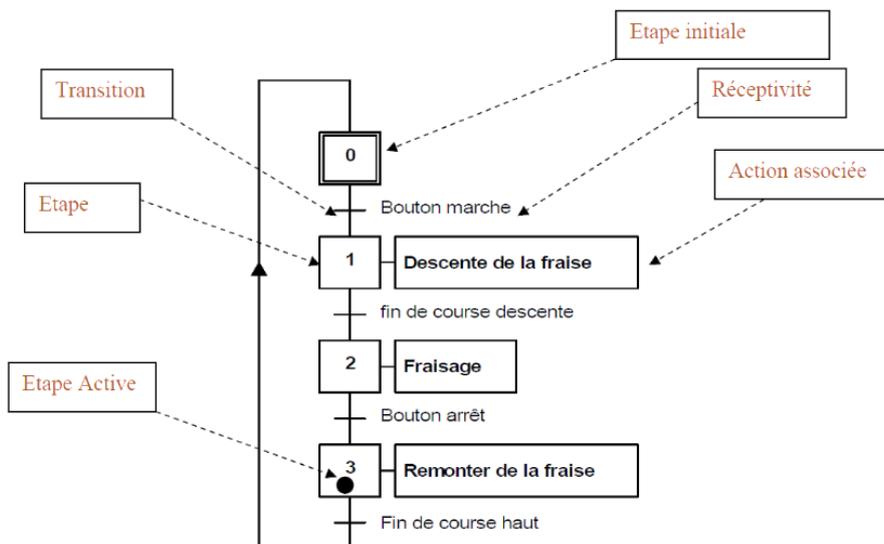


Figure III.2: Schéma de GRAFCET du fonctionnement d'une fraiseuse [25]

III.2.3. Les niveaux de GRAFCET

➤ GRAFCET niveau 1

Et ça s'appelle aussi : le niveau de la partie commande. Il décrit le côté fonctionnel du système et les actions que le côté contrôle doit prendre en réponse aux informations du côté opérationnel, quelle que soit la technologie utilisée. Les réceptions sont décrites en mots, pas en abréviations. Nous combinons le verbe avec l'infinitif d'action. [26]

➤ GRAFCET niveau 2

Et sous un autre nom : le niveau de la partie opérative. Il tient compte de plus de détails des actionneurs, des prés actionneurs et des capteurs, la présentation des actions et réceptivités sont écrits en abréviations et non en mots, on associe une lettre majuscule à l'action et une lettre majuscule à la réceptivité [26]

➤ GRAFCET niveau 1

Dans ce cas, on reprend le GRAFCET de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à élaborer le programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution. [26]

Le schéma ci-dessous montre les trois niveaux de GRAFCET :

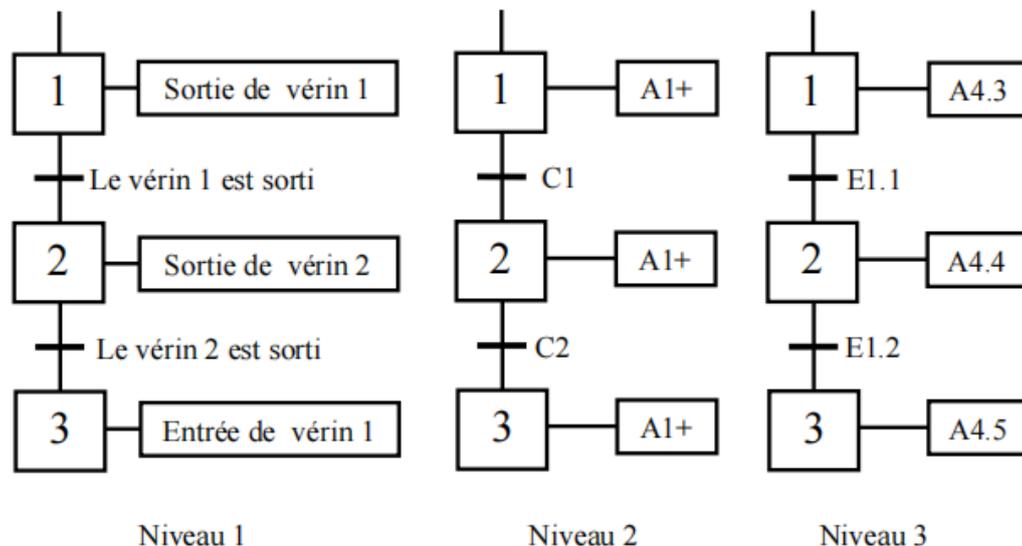


Figure III.3: Les Niveaux de GRAFCET

III.2.4. Structure de base d'un GRAFCET

Nous pouvons avoir dans un cycle machine complet avec des séquences simultanées, ou des choix de séquence :

A. Séquence unique (structure linéaire)

Le début du Grafcet est constitué d'une suite d'étapes qui peuvent être activées les unes après les autres. Cette suite d'étapes est appelée une séquence unique.

Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chacune d'elle n'est validée que par une seule étape.

La séquence est dite active si au moins une des étapes est active. Elle est dite inactive si toutes les étapes sont inactives. [27]

Le schéma ci-dessous présente la séquence unique :

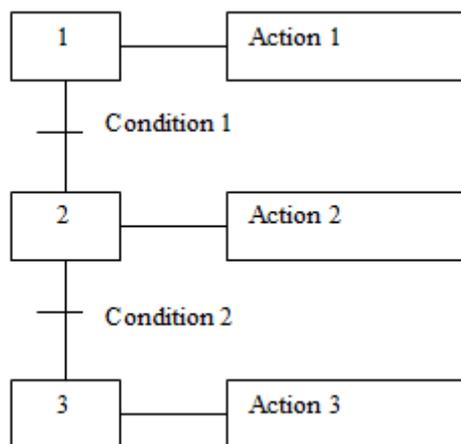


Figure III.4: Schéma de la séquence unique

B. Séquences simultanées

Lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps ces séquences sont dites séquences simultanées. Après l'activation simultanée de ces séquences, les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors indépendantes [27]

Le schéma ci-dessous présente la Séquences simultanées :

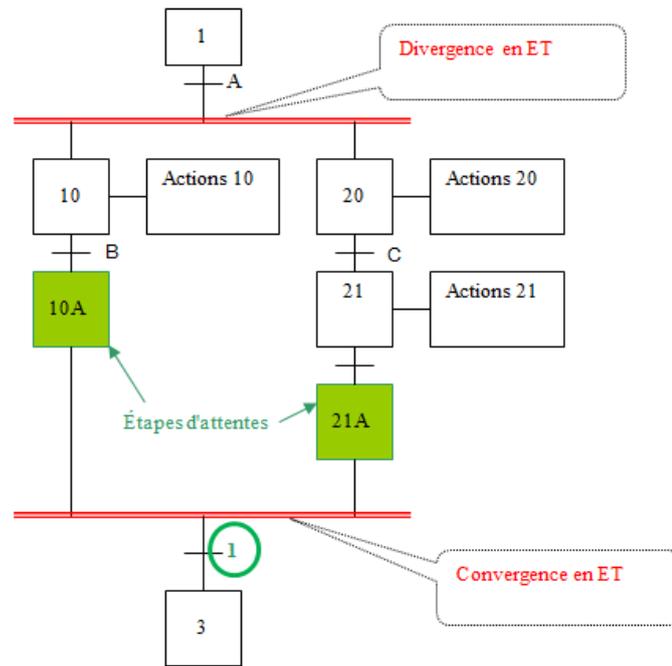


Figure III.5: Schéma de la Séquences simultanées

NB : Pour assurer la synchronisation de la désactivation de plusieurs séquences en même temps, des étapes d'attente réciproques sont généralement prévues.

C. Sélection de séquence

Une sélection ou un choix d'évolution entre plusieurs étapes ou séquence se représente, à partir d'une ou plusieurs étapes, par autant de transitions validées qu'il y a d'évolutions possibles. [27]

Le schéma ci-dessous présent la Séquences simultanées (sélection de séquence) :

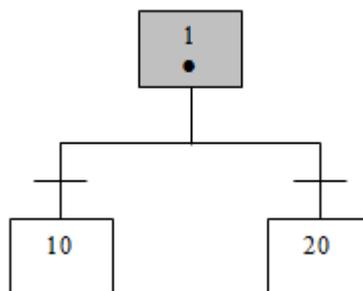


Figure III.6: Schéma de la séquences simultanées

À partir de l'étape 1 deux évolutions possibles (10 OU/ET 20)

Remarque : Pour obtenir une sélection exclusive entre plusieurs étapes : il faut que les réceptivités soient exclusives.

- Il est à noter que l'outil grafcet, est l'outil le plus répandu pour l'étude le développement et l'implémentation des solutions d'automatismes sous API.
- Dans la suite de ce chapitre nous allons présenter le modèle grafcet qui prendra en charge les constantes imposées sur l'unité de pompage.

III.2.5. Les règles d'évolution du GRAFCET

Pour assurer le bon fonctionnement d'un GRAFCET, il est essentiel de respecter cinq règles d'évolution. Si l'une de ces règles n'est pas suivie, le graphe ne peut plus être considéré comme un GRAFCET. La première règle à suivre est l'alternance obligatoire entre les étapes et les transitions, indépendamment de l'ordre dans lequel elles sont parcourues. En effet, les règles suivantes s'appuient sur cette alternance.

➤ Règle 1 « Situation initiale »

Un grafcet commence par une situation initiale, représentée par un double carré, qui caractérise le comportement initial de la partie commande (PC) vis à vis de la partie opérative (PO) et correspondant à l'ensemble des étapes actives autorisant le début du fonctionnement.

Conséquences :

- La situation initiale correspond souvent à la position de référence de la PO.
- On n'associe pas en général d'action aux étapes initiales. [28]

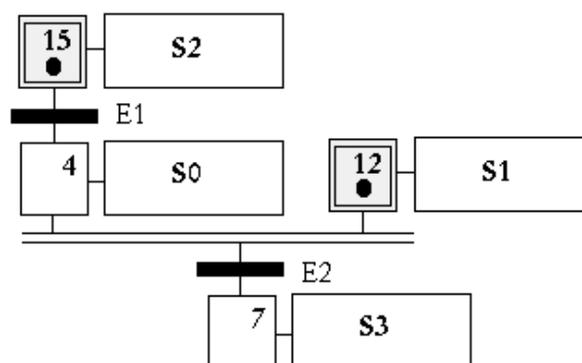


Figure III.7: es étapes initiales d'un GRAFCET [29]

➤ Règle 2 « Franchissement d'une transition »

Une transition est soit validée ou non validée ; elle est validée lorsque toutes l'étape immédiatement précédente est activée. Lorsque la transition est valide et que la réceptivité associée est vraie elle est alors obligatoirement franchie. [28]

Le schéma ci-dessous présent l'illustration de franchissement d'une transition

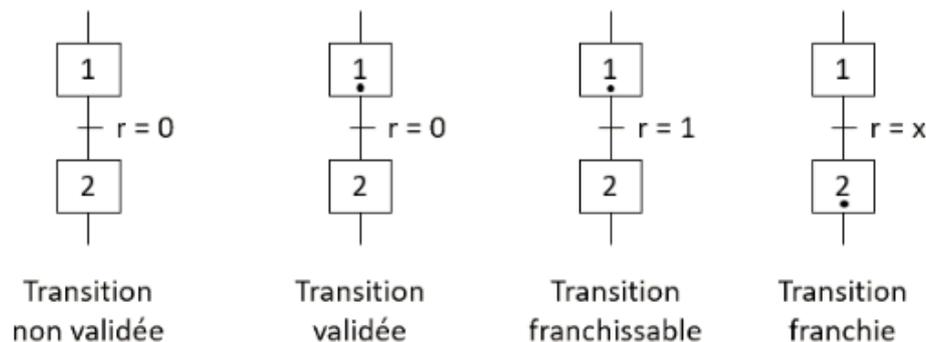


Figure III.8: Illustration de franchissement d'une transition

➤ **Règle 3 « Evolution des étapes actives »**

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation des étapes immédiatement suivantes et la désactivation des étapes immédiatement précédentes. [28]

➤ **Règle 4 « Evolutions simultanées »**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies. [28]

➤ **Règle 5 « Activations et désactivations simultanées »**

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active.

NB : La durée de franchissement d'une transition ne peut jamais être rigoureusement nulle, même si elle peut être rendue aussi petite que l'on veut. Il en est de même pour la durée d'activation d'une étape. [28]

III.3. Modèle finale de la station de pompage avec l'utile GRAFCET

III.3.1. Cahier des charges pour le démarrage des unités de la station pompage

- 1- La POMPE A et la POMPE B de lavage de tamis à l'arrêt.
- 2- TAMIS ROTATIF BAS-VITESSE à l'arrêt.
- 3- La vanne motorisée d'admission (MOV) et la vanne motorisée pour le tamis rotatif (MOV A) sont fermées.

- 4- Si le niveau d'eau différentiel dépasse 150 mm ($LEVEL > 150mm$), le signal d'ouverture de la vanne motorisée d'admission (MOV) est envoyé.
- 5- Si MOV n'est pas ouverte après 20s, alarme de défaut en la vanne motorisée d'admission ("alarm de défaut en mov") est déclenché et l'ouverture de la vanne (MOV) se fera manuellement en utilisant le programme ("hand mov open") ou l'IHM ("HMI"."HAND MOV OPEN")
- 6- Après l'ouverture de la vanne motorisée d'admission (MOV), le signal d'ouverture de la vanne motorisée pour le tamis rotatif (MOV A) est envoyé.
- 7- Si MOV A n'est pas ouverte après 20s, alarme de défaut en la vanne motorisée pour le tamis rotatif ("alarm de défaut en mov A") est déclenché et l'ouverture de la vanne (MOV A) se fera manuellement en utilisant le programme ("hand mov A open") ou l'IHM ("HMI"."HAND MOV A OPEN")
- 8- Après l'ouverture de la vanne motorisée pour le tamis rotatif (MOV A), le signal de mise en marche de la POMPE A de lavage de tamis est envoyé.
- 9- Si POMPE A n'a pas démarrée après 20s, alarme de défaut en pompe A ("alarm de défaut en pompe A") est déclenché et le signal de mise en marche de la POMPE B de lavage de tamis est envoyé.
- 10- Si POMPE B n'a pas démarrée après 20s :
- 11- alarme de défaut en pompe B ("alarm de défaut en pompe B") est déclenché et les deux pompes ont besoin de réparation avant de démarrage à nouveau en utilisant le programme ("POMPE EN REPARATION") ou l'IHM ("HMI"."POMPE EN REPARATION")
 - Les vannes MOV et MOV A sont fermées
- 12- Après la mise en marche de POMPE A ou POMPE B, le tamis rotatif tourne à petite vitesse "tamis rotatif bas vitesse" pour effectuer lavage de tamis.
- 13- Si le niveau d'eau différentiel passe sous 20 mm ($LEVEL < 20mm$) :
 - Mise à l'arrêt de la pompe de lavage de tamis qui est fonctionné POMPE A ou POMPE B.
 - La fermeture des vanne MOV et MOV A.
- 14- Si le niveau d'eau différentiel dépasse 250 mm ($LEVEL > 250mm$), le tamis rotatif tourne à grande vitesse "tamis rotatif haute vitesse" pour effectuer lavage de tamis.
- 15- Si le niveau d'eau différentiel passe sous 200 mm ($LEVEL < 200mm$), le tamis rotatif tourne à nouveau à petite vitesse "tamis rotatif bas vitesse" pour effectuer lavage de tamis.

16- Si le niveau d'eau différentiel dépasse 350 mm (LEVEL>350mm) :

- Le tamis rotatif s'arrête de tourner.
- Mise à l'arrêt de la pompe de lavage de tamis qui est fonctionné POMPE A ou POMPE B.
- La fermeture des vanne MOV et MOV A.
- alarme de niveau d'eau différentiel très élevé ("alarm niveau d'eau très élevé") est déclenché

17- lancement de nettoyage manuel de tamis rotatif en utilisant le programme ou l'IHM "HMI.NETOYAGE MANUEL".

18- Démarrage de système à nouveau en utilisant les boutons de START et REMOTE en IHM.

19- Le bouton d'arrêt d'urgence est d'interrompre immédiatement le fonctionnement d'un système en cas de situation dangereuse ou d'urgence.

III.3.2. Modélisation du cahier des charges par GRAFCET

La plate-forme Siemens **TIA Portal V13** est la dernière évolution des logiciels de programmation Siemens qui nous permet de réaliser un programme en langage Grafcet pour piloter de façon basique la station de pompage et de le tester dans l'automate Siemens S7-300, ceci dis-nous avons élaboré ces GRAFCET dans les blocs de fonction **FB** dans notre programme pour le fonctionnement de notre station.

Pour une meilleur visibilité et compréhension des GRAFCET nous les avons tracés et testés sur le logiciel tia portal comme suite :

- BLOC1
- BLOC2
- BLOC3
- BLOC4

- **GRAFCET de bloc1 :**

Notre grafcet est donné comme suit :

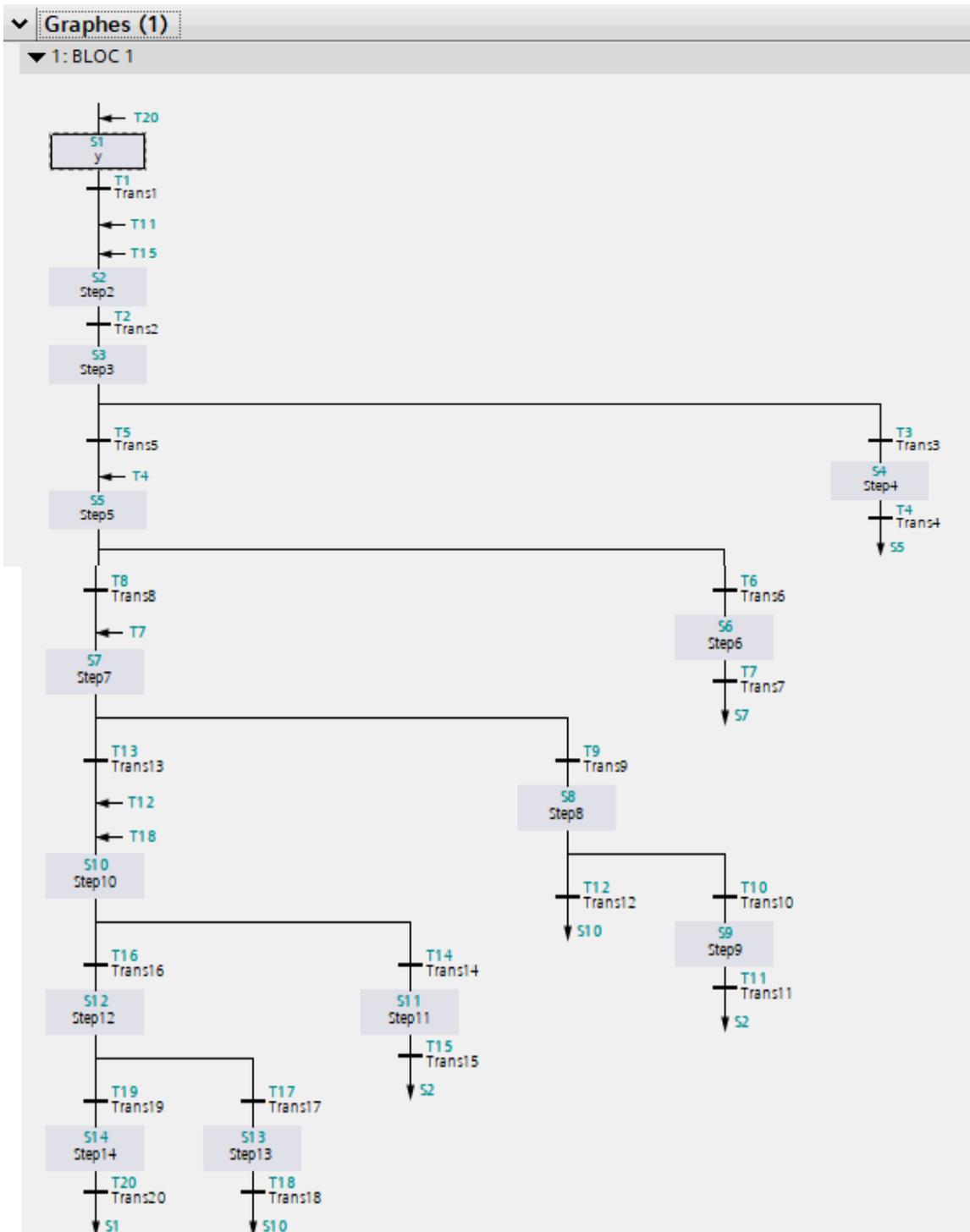


Figure III.9: GRAPHCET BLOC 1

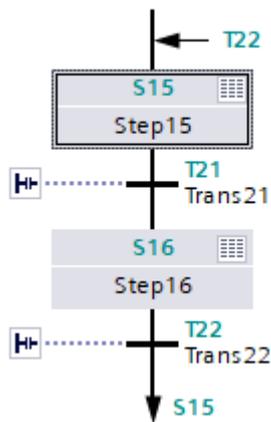


Figure III.10: GRAFCET d'arrêt d'urgence de (BLOC1)

Remarque :

Se référer à l'annexe pour voir les commentaires des quelque step et transitions

III.4. Automatisation de la station de pompage avec (SIMENSE S7-300)

III.4.1. Description et structure d'un système automatisé de production SAP

SAP, qui signifie "systems, applications, and products in data processing", est un système automatisé de production qui intègre différents processus de l'entreprise pour améliorer l'efficacité et la transparence des opérations.

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initiale à la situation finale, se fait sans intervention humaine et que ce comportement est répétitif. Un système automatisé réalise un certain nombre d'actions par plusieurs composants qui composent le système automatisé. Voir la figure ci-dessous :

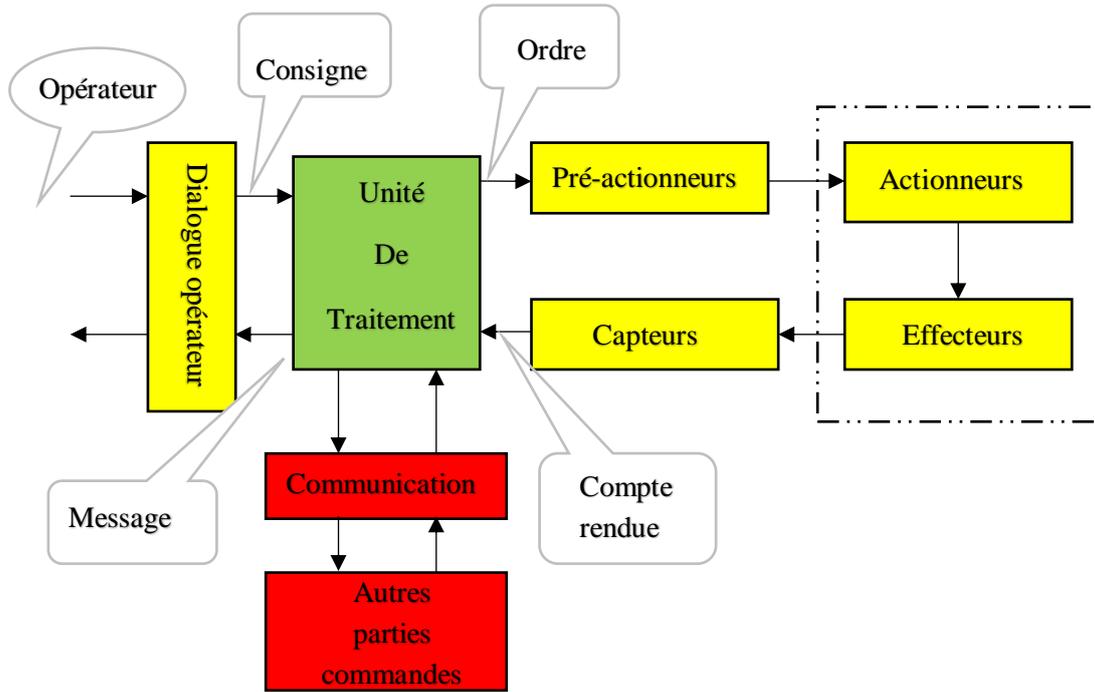


Figure III.11: Structure d'un système automatisé

Donc le système automatisé de production est une machine qui crée de la valeur ajoutée. Peut pour faciliter l'analyse, se représenter sous la forme d'un schéma identifiant trois parties une partie opérative et une partie commande, avec une partie Relation ou sous autre nom pupitre de dialogue (PO ; PC ; PR) du système et exprimant leurs interrelations (informations, ordres, comptes rendus, consignes). Qui sont étroitement liées et fonctionnent conjointement et aussi un poste de contrôle [30] :



Figure III.12 : Les parties d'un système automatisé.

➤ La PC envoie des ordres à la PO pour obtenir les effets voulus en fonction d'informations disponibles, comptes rendus, consignes, etc. et d'un modèle de comportement. Elle peut communiquer avec des opérateurs ou avec d'autres systèmes. [30]

➤ **La PO** exécute les ordres émanant de la PC pour conférer une valeur ajoutée à la matière d'œuvre entrante. C'est en général un ensemble mécanisé utilisant l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique. Elle émet vers la PC des comptes rendus. [30]

➤ **La PR Sa** complexité et sa taille dépendent de l'importance du système. Il regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé : marche-arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, marche cycle/cycle... L'outil de description s'appelle « GEMMA » (guide d'étude des modes de marches et arrêts). Ces outils graphiques (GRAFCET et GEMMA) sont utilisés également par les techniciens et les ingénieurs de maintenance, pour la recherche des pannes sur les SAP (système automatisé de production). Pendant le fonctionnement, un dialogue continu s'établit entre les trois secteurs du système, permettent ainsi le déroulement correct du cycle défini dans le cahier de charges. [30]

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue et d'interface homme-machine (HMI).

III.4.2. Définition d'un Automate programmable industriel (API)

Un API, également connu sous le nom « d'automate programmable industriel », est un système électronique programmable qui permet de contrôler des procédés en temps réel dans un environnement industriel. L'API est programmée pour exécuter des opérations cycliques qui traitent les données entrantes par le biais de ses entrées et fournissent des résultats en utilisant ses sorties pour commander le système. Cet outil peut être utilisé par des personnes non-informaticiennes pour contrôler les parties opératives des processus industriels. [32]

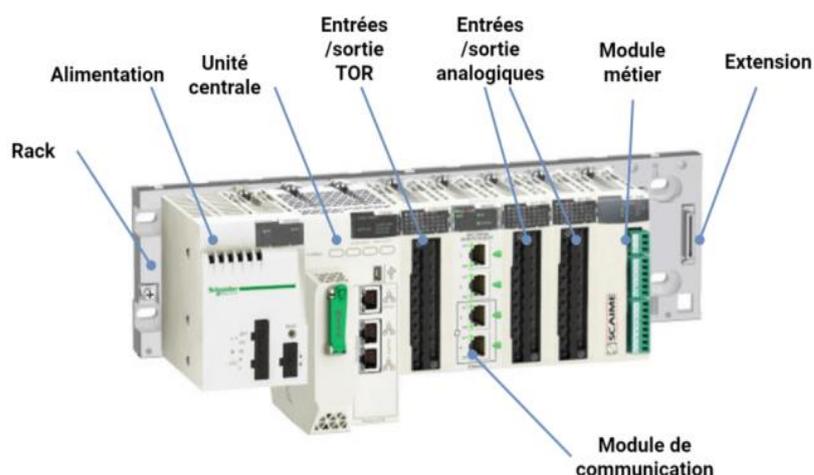


Figure III.13: Automate programmable industriel.

III.4.3. Historique d'un automate programmable industriel (API)

L'histoire de l'automate programmable industriel (API) remonte aux années 1960, lorsque les usines ont commencé à utiliser des relais électromécaniques pour automatiser les processus de fabrication. Ces relais étaient utilisés pour contrôler les machines et les équipements en fonction des signaux électriques reçus des capteurs et des actionneurs.

En 1968, l'ingénieur américain Dick Morley a inventé le premier automate programmable industriel, connu sous le nom de Modicon. Cet automate a révolutionné l'industrie en permettant la programmation électronique de la logique de commande, ce qui a permis de remplacer les relais électromécaniques par des circuits électroniques.

L'utilisation de l'API s'est rapidement développée. Au fil du temps, les API ont été améliorés pour offrir des fonctionnalités plus avancées, telles que des capacités de communication en réseau, des interfaces homme-machine (IHM) et des fonctions de sécurité avancées.

Aujourd'hui, les API sont largement utilisées dans les systèmes de contrôle de processus industriels, de la production en série et dans de nombreux autres domaines de l'industrie. Ils permettent de contrôler efficacement et en temps réel les processus de production, d'optimiser les performances des équipements, d'améliorer la qualité des produits et de réduire les coûts de maintenance. [32]

III.4.4. Objectifs de l'Automatisation

➤ **Visant le personnel** : Améliorer ses conditions de travail en supprimant les tâches les plus pénibles et en augmentant la sécurité.

➤ **Visant le produit** : Améliorer sa faisabilité, sa qualité par rapport au cahier des charges, sa fiabilité dans le temps.

➤ **Visant l'entreprise** : Améliorer sa compétitivité (en diminuant les coûts de production), sa productivité, la qualité de production, la capacité de contrôle, de gestion, de planification. [30]

III.4.5. Architecture d'un Automate programmable industriel (API)

Un automate est constitué principalement dans sa partie matérielle par :

- Les entrées auxquelles sont accordés les capteurs, qui fournissent les informations relatives à l'équipement ou au procédé à commander ou à contrôler
- L'unité arithmétique et logique, ou unité de traitement qui réalise les instructions logiques (ET, OU...) et arithmétiques (addition, comptage).

- Une console de programmation, intégrée ou non à la machine, servant à introduire les instructions « utilisateur » en instructions exécutables par l'automate.
- Les sorties qui émettent les ordres élaborés par l'unité de traitement vers les actionneurs (contacteurs, électrovannes...etc.).
- L'alimentation ainsi que les divers circuits annexes. [33]

Le schéma ci-dessous montre l'architecture interne d'un API :

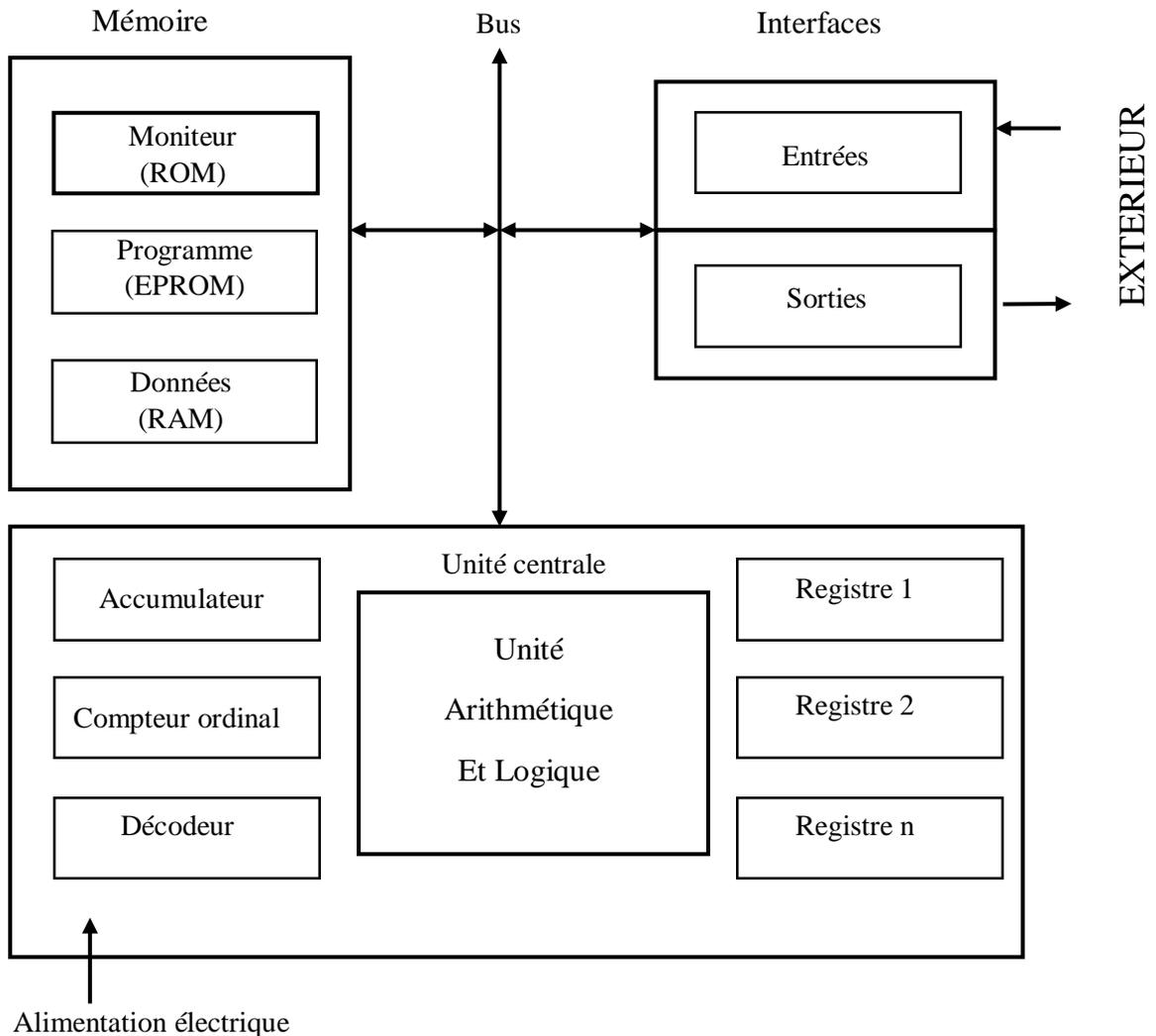


Figure III.14 : Architecture interne d'un API.

III.4.6. Choix d'un automate programmable

Le choix d'un automate programmable dépend de plusieurs critères, notamment :

- **Les caractéristiques techniques du système à automatiser** : taille, complexité, nombre d'entrées/sorties, types de capteurs/actionneurs utilisés, etc...

- **Les exigences en matière de temps réel** : le système doit-il être piloté en temps réel ou peut-il fonctionner avec un temps de réponse plus lent.
- **Les fonctions de communication** : l'automate doit-il être capable de communiquer avec d'autres équipements ou systèmes de commande.
- **La disponibilité de la documentation et des outils de programmation** : l'automate doit être accompagné d'une documentation complète et d'outils de programmation conviviaux pour faciliter la mise en œuvre et la maintenance du système automatisé.
- **Le coût** : le coût de l'automate programmable doit être en adéquation avec le budget alloué pour le projet.

En fonction de ces critères, il est possible de choisir parmi différentes marques et modèles d'automates programmables, tels que siemens S7-300, schneider modicon, allen-bradley compact-logix, etc. Il est important de faire une étude de marché et de consulter des experts pour s'assurer de faire le choix le plus adapté au projet. [34]

III.5. Conclusion

Après avoir examiné le contenu de ce chapitre, nous pouvons conclure que le GRAFCET est un outil de modélisation efficace pour décrire le comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, et pour créer un lien entre la partie commande et la partie opérative. Il permet également de passer facilement d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implémentation opérationnel.

En utilisant le GRAFCET, nous avons pu modéliser le comportement attendu du système automatisé, ce qui facilitera la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé. Est un outil précieux pour la modélisation de systèmes automatisés, et son utilisation conjointe avec TIA Portal nous permettra de développer une plateforme de supervision complète pour améliorer l'efficacité opérationnelle et la rentabilité des systèmes automatisés.

Dans le chapitre suivant, nous allons utiliser TIA Portal pour programmer la partie opérative et créer une plateforme de supervision. Nous nous efforcerons de fournir une plateforme aussi complète que possible pour permettre une surveillance en temps réel et une analyse de données efficace.



CHAPITRE IV :

PROGRAMMATION

ET SUPERVISION

DE LA STATION DE

POMPAGE AVEC

TIA PORTAL

IV.1. Introduction

La supervision industrielle joue un rôle crucial dans la collecte, le traitement et l'affichage des données provenant de divers équipements industriels. À mesure que la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité de plus en plus strictes, il devient essentiel de fournir aux opérateurs une transparence maximale. Cette transparence est obtenue grâce à l'Interface Homme/Machine (IHM), qui agit comme une interface entre l'opérateur et le processus lui-même.

Ce chapitre se concentre sur le développement d'une supervision industrielle de la station de pompage modélisée dans le chapitre précédent. Nous commencerons par présenter l'automate programmable industriel (API) S7-300 et le logiciel de programmation TIA PORTAL, en mettant en évidence une partie de notre programme spécifique à la station de pompage.

La deuxième partie de ce chapitre abordera les différentes étapes de la supervision industrielle en utilisant le logiciel WINCC intégré à TIA Portal. Nous présenterons les fonctionnalités de supervision disponibles et expliquerons comment les mettre en œuvre pour la station de pompage.

Enfin, nous discuterons du contrôle de supervision de la station de pompage, en mettant l'accent sur des aspects clés tels que la collecte et le traitement des données, les alarmes, les statistiques et la régulation. Cette partie mettra en évidence l'importance cruciale du système de supervision dans le fonctionnement optimal de la station de pompage.

IV.2. Présentation de L'API S7-300 et de logiciel de programmation TIA PORTAL

L'API S7-300 est un automate programmable industriel hautement performant utilisé dans des applications industrielles complexes. Il offre de nombreuses fonctionnalités telles que des entrées/sorties numériques et analogiques, des communications industrielles, une mémoire interne importante et une grande capacité de traitement, fabriqué par la société Siemens. [35]

La constitution d'un S7-300 est représentée par la figure qui suit :

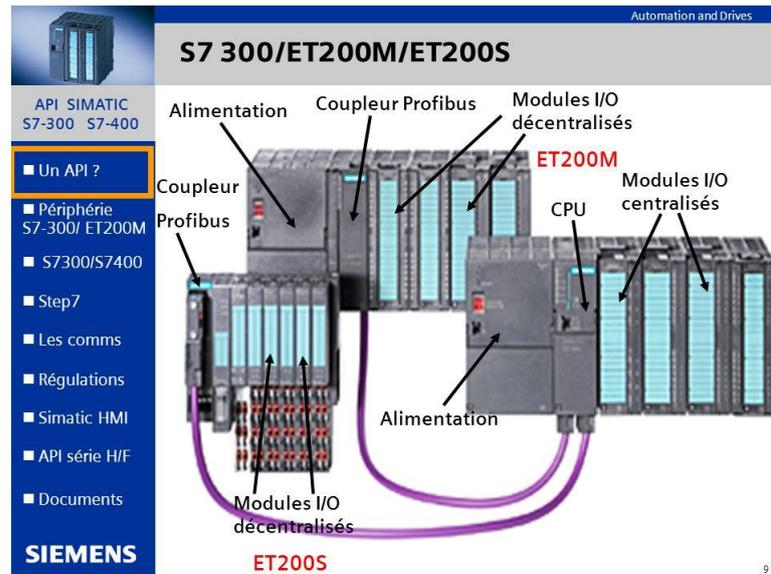


Figure IV.1: L'automate programmable S7 -300 [39]

L'API S7-300 est programmable à l'aide d'un PC utilisant le logiciel STEP 7 ou la plateforme Siemens TIA Portal. Dans ce chapitre, nous utilisons le logiciel de programmation TIA PORTAL « Totally Integrated Automation », qui est un environnement de développement intégré (IDE) offrant une interface graphique intuitive et conviviale pour faciliter la programmation, le diagnostic et la maintenance des API Siemens tels que le S7-300.

Le TIA PORTAL dispose également d'outils de débogage avancés pour améliorer la productivité et l'efficacité du processus de développement. Ce logiciel est compatible avec plusieurs langages de programmation, tels que le langage à contact, le grafset, le langage de blocs fonctionnels et le langage de liste d'instructions.

En utilisant l'API S7-300 avec le logiciel TIA PORTAL, les ingénieurs peuvent concevoir et mettre en œuvre des systèmes d'automatisation industrielle avancée avec une grande efficacité et flexibilité.

IV.2.1. Les modules de l'automate S7-300

Dans cette section, nous aborderons la configuration des modules de l'automate programmable industriel (API) S7-300 utilisé dans notre système de supervision de la station de pompage :

- Emplacement 1 : Alimentation 24V/5A ;
- Emplacement 2 : CPU 314 ;
- Emplacement 4 : Entrées TOR 16x24V commutateurs du simulateur ;
- Emplacement 5 : Entrées TOR 16x24V roues codeuses ;

- Emplacement 6 : Sorties TOR 16x24V 0.5A voyants du simulateur ;
- Emplacement 7 : Sorties TOR 16x24V 0.5A afficheur numérique ;
- Emplacement 8 : Entrées TOR 16x24V entrées de la maquette ;
- Emplacement 9 : Sorties TOR 16x24V 0.5A sorties de la maquette ;
- Emplacement 10 : Module analogique 4 AI/4 AO partie analogique du simulateur.

[41]

IV.2.2. Fonctionnalités de S7-300

L'automate S7 est constitué d'une alimentation (modules PS), d'une CPU ainsi que des modules d'entrées/sorties. Siemens fournit des :

- Modules d'extension IM pour configuration multi-rangées du S7-300
- Modules de signaux SM pour entrées et sorties TOR et analogiques
- Modules de fonction FM pour fonctions spéciales (par exemple l'activation d'un moteur pas à pas)
- Processeurs de communication CP pour la connexion au réseau. [36]

La figure ci-dessous présente le fonctionnement d'un API :

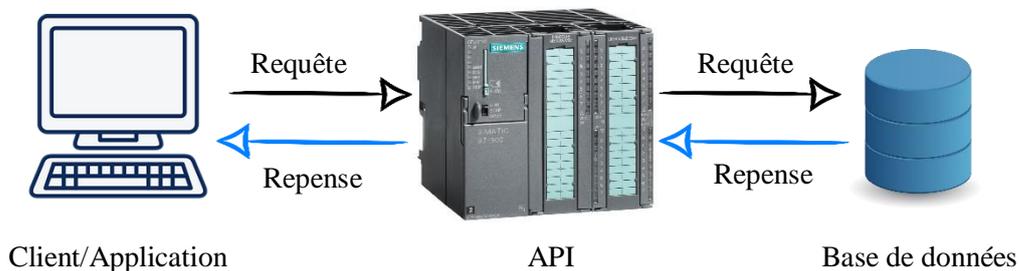


Figure IV.2: Fonctionnalité de l'API

IV.2.3. Caractéristiques de notre automate S7-300

L'automate S7-300 présente les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage au différent emplacement
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

Plusieurs automates S7-300 peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus PROFIBUS pour une configuration décentralisée. [33]

IV.3. Programmation du S7-300 avec TIA PORTALE

Pour l'écriture de notre programme, nous utiliserons le logiciel de programmation SIMATIC TIA PORTAL qui est un outil de base pour les automates de la famille S7 de SIEMENS. Ce logiciel doit être installé sur un ordinateur.

IV.3.1. Vu du portail et vue du projet

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

- **La vue du portail :** Elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.
- **La vue du projet :** Elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue. [41]

IV.3.1.1. 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 :

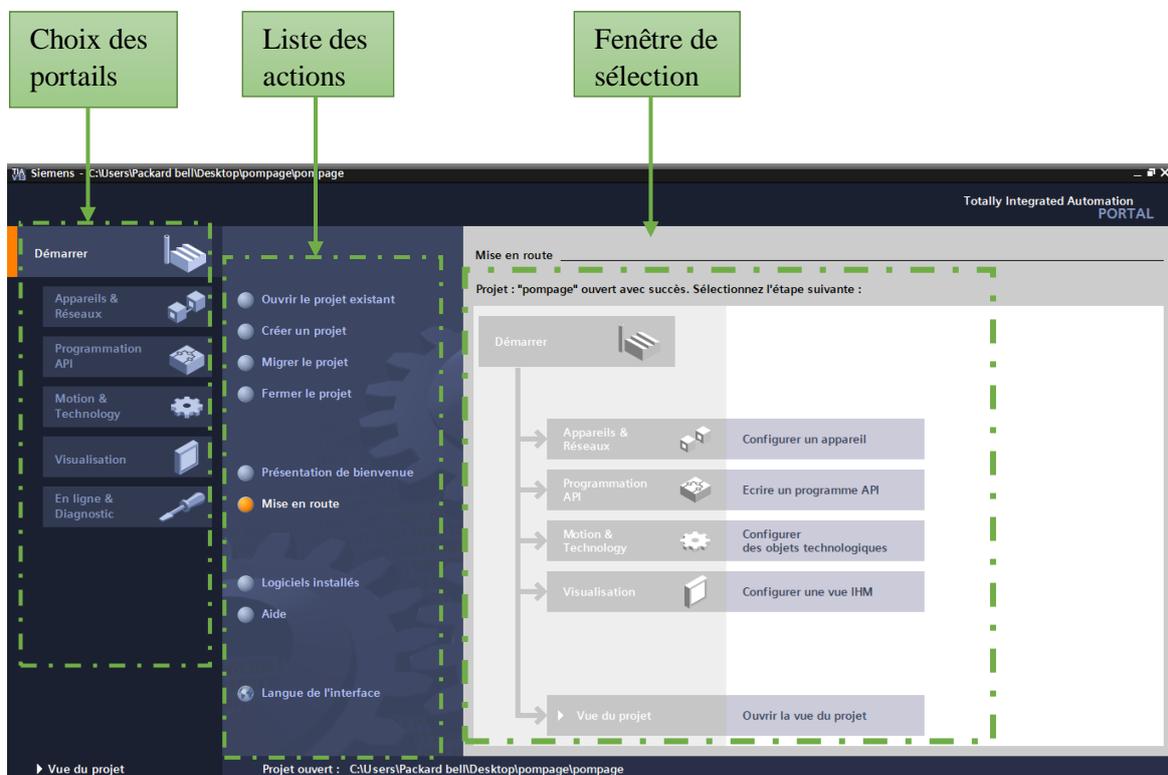


Figure IV.3: Vue du démarrage de tia portal.

IV.3.1.2. Vue du projet

L'élément « projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée (voir figure IV.4).

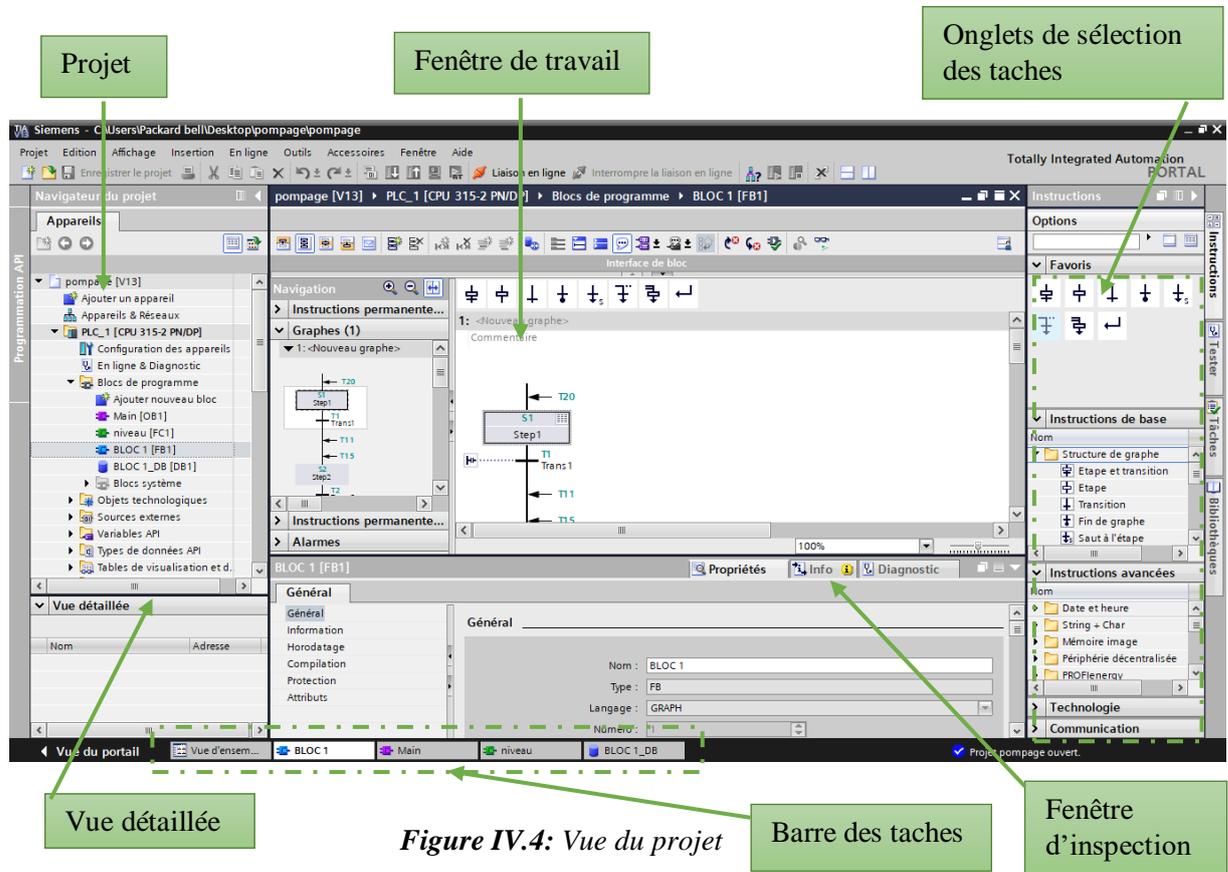


Figure IV.4: Vue du projet

- **La fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet à traités. Il peut s'agir de composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI (voir figure IV.4).

- **La 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, ...) (voir figure IV.4).

- **Les onglets de sélection de tâches** sont constituent un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné que ce soit configuration matérielle, bibliothèques des composants, bloc de programme, instructions de programmation (voir figure IV.4).

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.

IV.3.2. Adressage des E/S

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

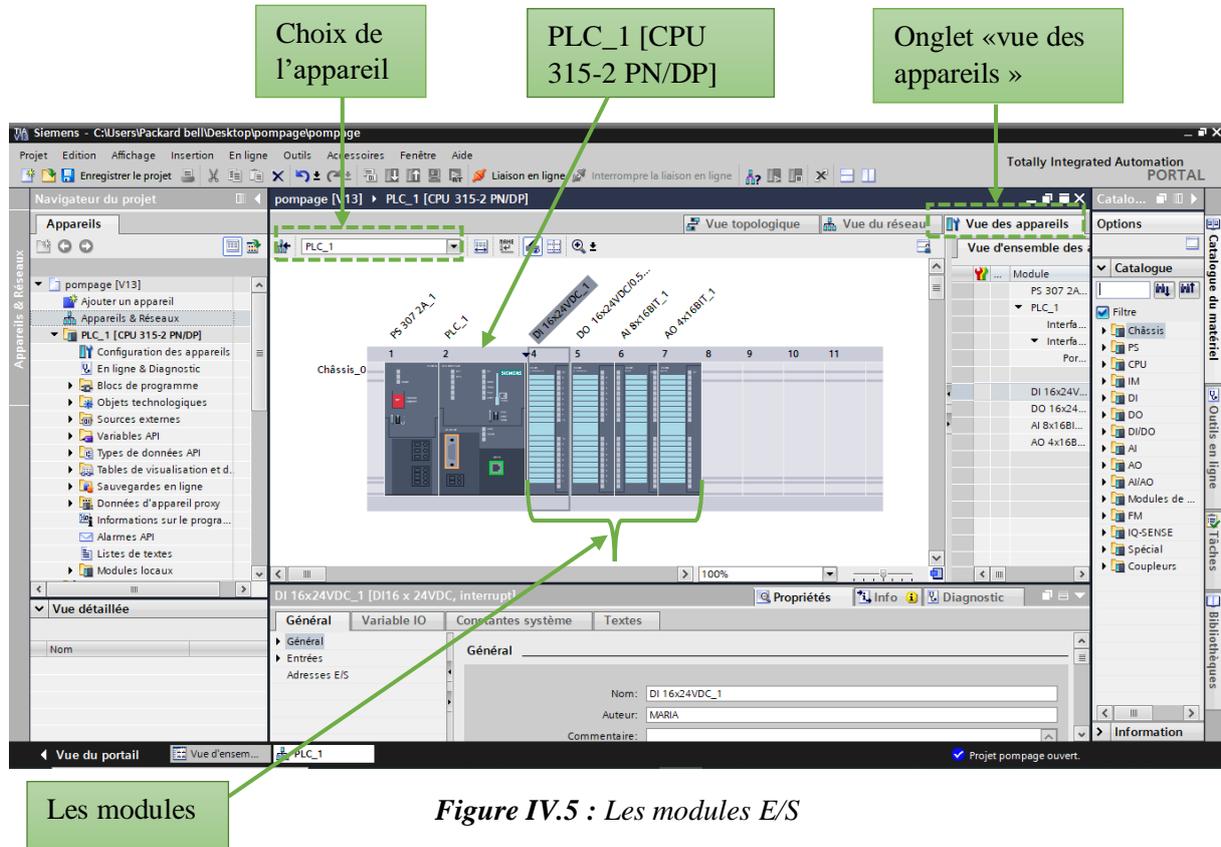
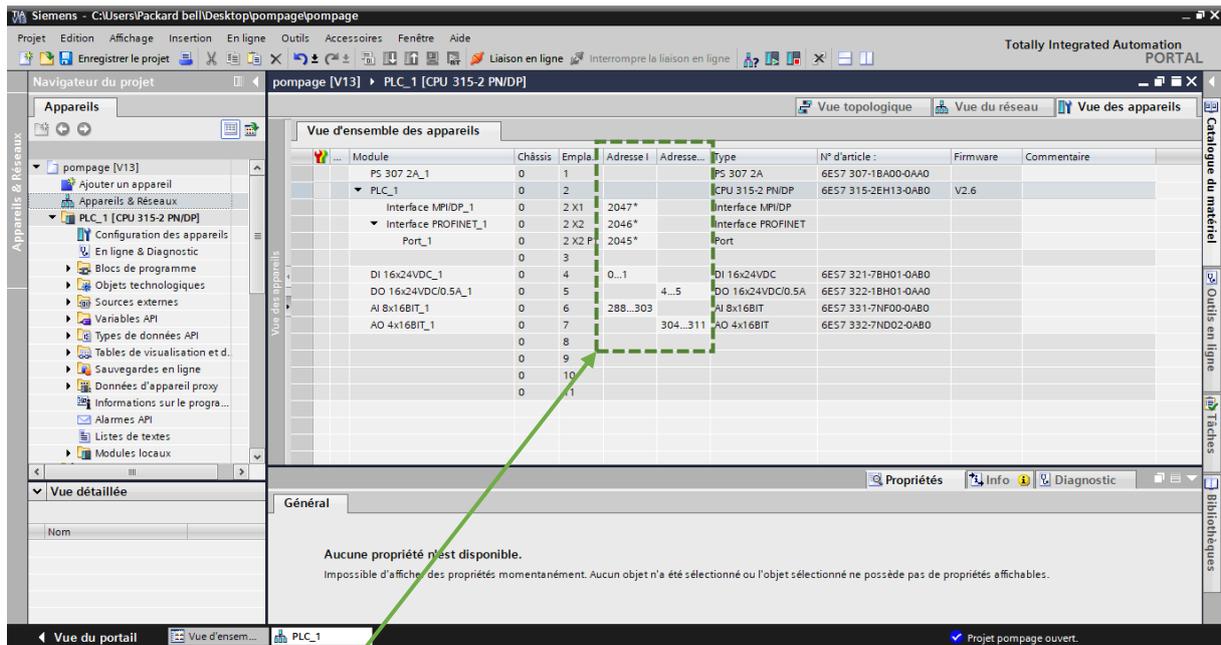


Figure IV.5 : Les modules E/S

On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches (voir figure IV.6), on fait apparaître l'onglet « **Vue d'ensemble des appareils** ». Les adresses des entrées et sorties apparaissent. On peut les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.



Adresses des modules d'E/S

Figure IV.6: Adressage des E/S

IV.3.3. Création d'un projet dans le TIA PORTAL V16

Afin de créer un nouveau projet sur TIA portal, on doit de le créer et de le configurer directement, ce qui nous permet de gérer facilement notre projet.

Par un double clic sur l'icône TIA portal  on affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider, comme le montre par la figure suivante :

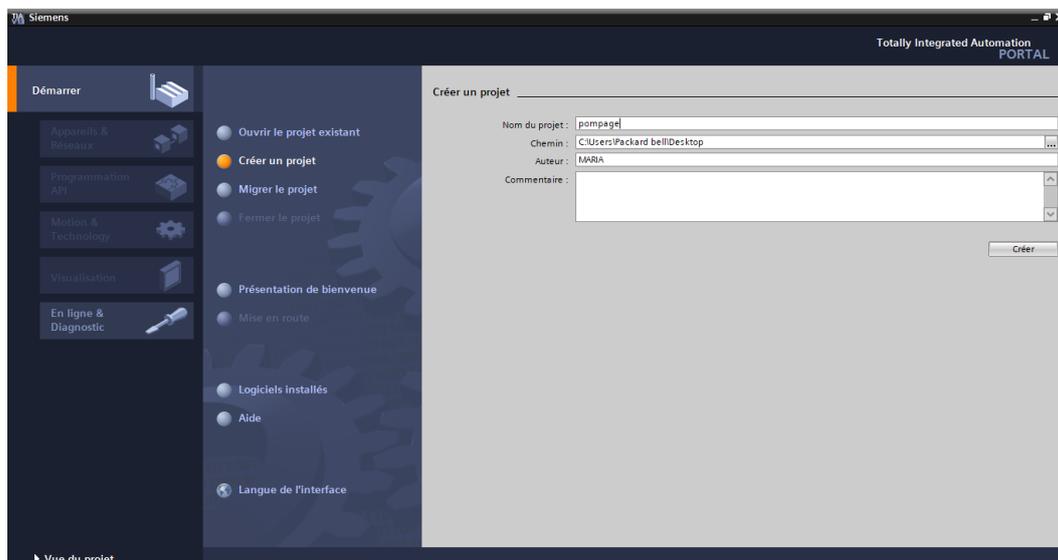


Figure IV.7: Création d'un nouveau projet dans le tia

On passe à la deuxième étape en cliquant sur le bouton « appareils et réseaux » ce qui nous permet de sélectionner les appareils qui constitueront notre système.

On doit choisir un type d'automate PLC et une interface homme/machine IHM

IV.3.3.1. Configuration matérielle (Partie Hardware)

Pour insérer la CPU, on clique sur "configurer un appareil" puis sur la commande "Ajouter un appareil" (voir figure IV.8). Cette étape est importante car elle concerne à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée, les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut.

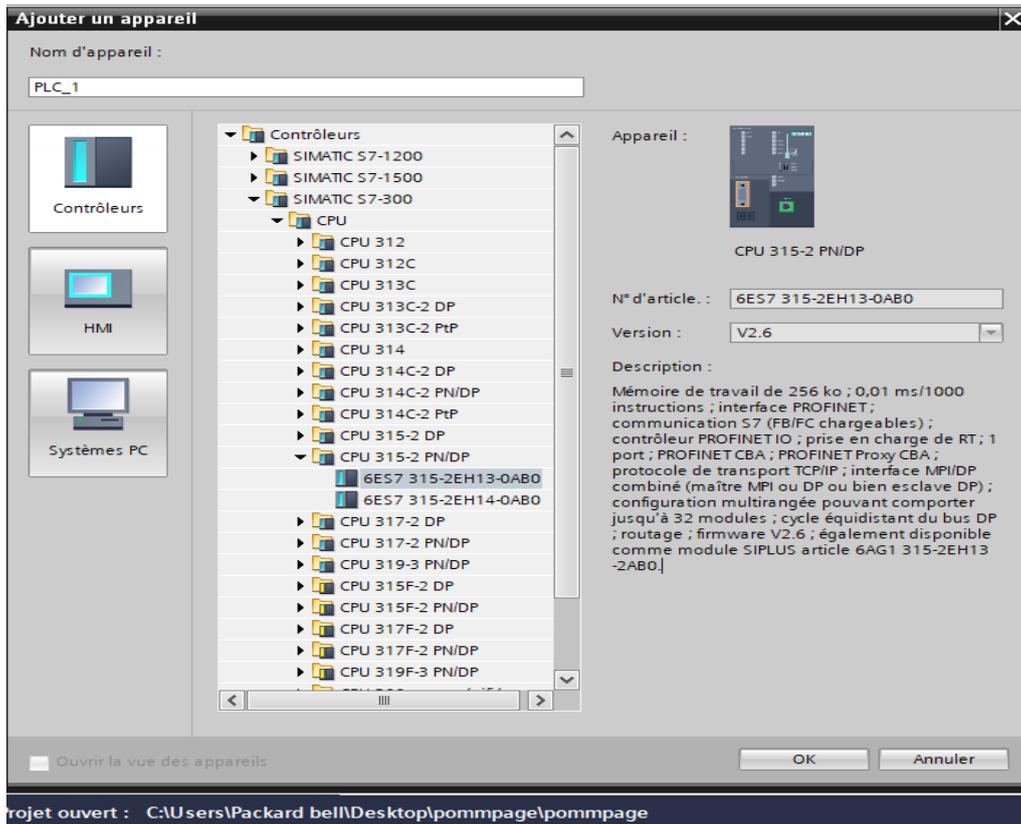


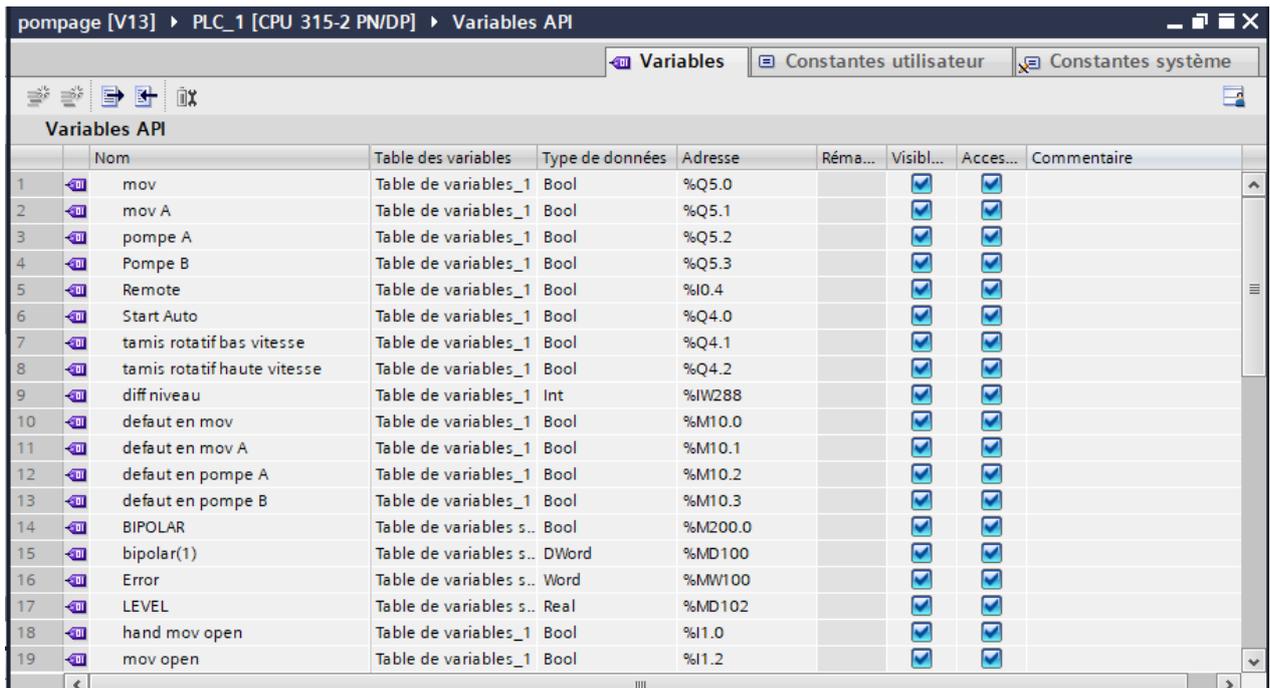
Figure IV.8: Configuration matérielle.



Figure IV.9: Configuration des appareils.

IV.3.3.2. Création de la table des variables (Partie Software)

Dans tout programme, il est nécessaire de définir la liste des variables qui seront utilisées lors de la programmation. Pour cela, nous créons dans le TIA une table des variables. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. Ce type d'adressage est appelé « relatif ». On édite la table des variables en respectant notre cahier de charges, pour les entrées et les sorties. La figure IV.10 présente la table des variables pour notre filtre de tamis rotatif.



	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	mov	Table de variables_1	Bool	%Q5.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	mov A	Table de variables_1	Bool	%Q5.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	pompe A	Table de variables_1	Bool	%Q5.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Pompe B	Table de variables_1	Bool	%Q5.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Remote	Table de variables_1	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Start Auto	Table de variables_1	Bool	%Q4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	tamis rotatif bas vitesse	Table de variables_1	Bool	%Q4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	tamis rotatif haute vitesse	Table de variables_1	Bool	%Q4.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	diff niveau	Table de variables_1	Int	%IW288		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	defaut en mov	Table de variables_1	Bool	%M10.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	defaut en mov A	Table de variables_1	Bool	%M10.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	defaut en pompe A	Table de variables_1	Bool	%M10.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	defaut en pompe B	Table de variables_1	Bool	%M10.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	BIPOLAR	Table de variables s..	Bool	%M200.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	bipolar(1)	Table de variables s..	DWord	%MD100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Error	Table de variables s..	Word	%MW100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	LEVEL	Table de variables s..	Real	%MD102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	hand mov open	Table de variables_1	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	mov open	Table de variables_1	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure IV.10: Variables API de la station

IV.3.3.3. Programmation de la PLC (Partie Software)

❖ Les blocs de code

Le dossier 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. La figure IV.11 montre la présente la fenêtre d'ajout d'un nouveau bloc

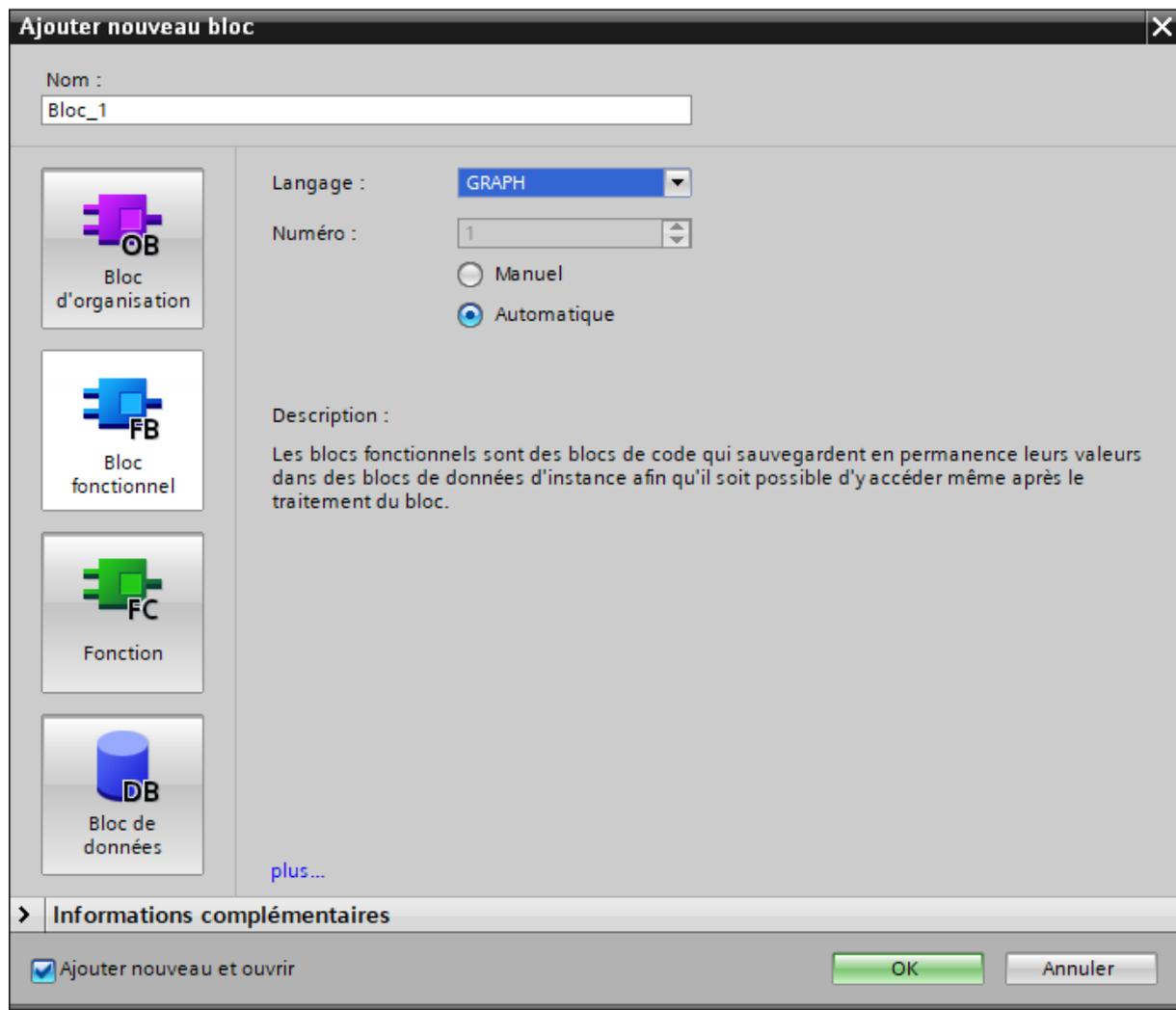


Figure IV.11: Fenêtre d'ajout de nouveau bloc.

➤ Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation. On distingue plusieurs types

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques,
- Ceux qui sont déclenchés par un événement,
- Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable
- Et enfin, ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

➤ Les blocs fonctionnels (FB)

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. Il est associé à un bloc de données d'instance qui contient ses paramètres et sa mémoire.

Les SFB (Special Function Blocks) sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU.

➤ Les fonctions (FC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut accéder à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

Les SFC (Sequential Function Charts) sont utilisées pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU S7, elles sont appelées à partir du programme.

➤ Les blocs de données (DB)

Contrairement aux blocs de code qui contiennent des instructions, ces blocs de données (DB) servent uniquement à stocker des informations et des données. Les données utilisateurs stockés dans ces blocs seront utilisés par la suite par d'autres blocs.

A. Création du programme de la station

Dans cette partie, nous allons représenter les liaisons qui existent entre les blocs qui constituent le programme. Cette architecture est donnée par la figure suivante :

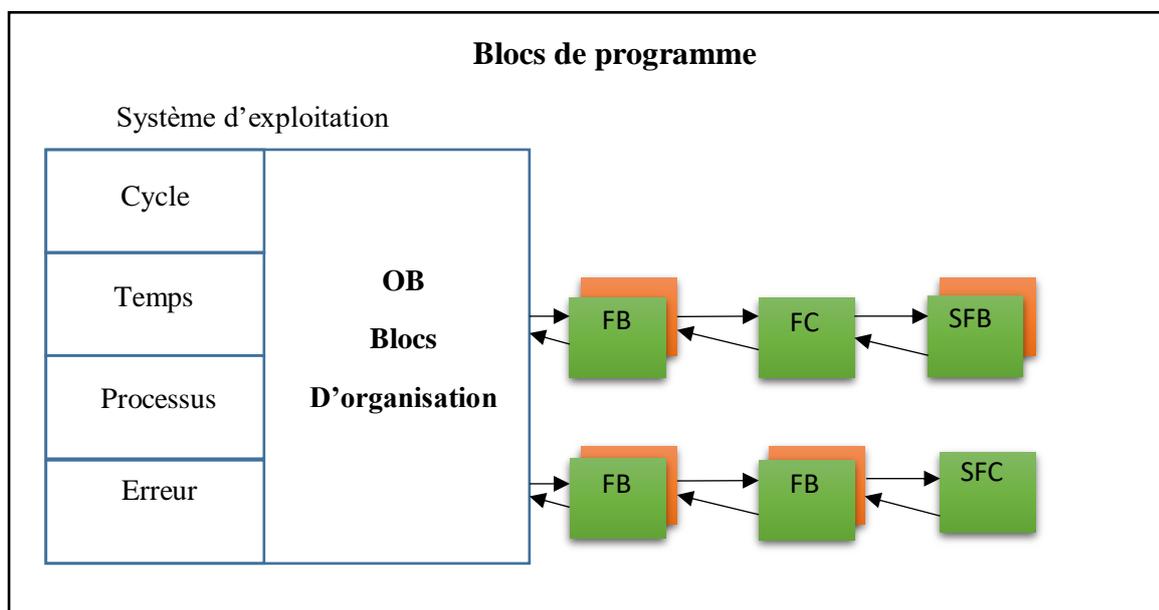


Figure IV.12: Les liaisons qui existent entre les blocs

OB : Bloc d'organisation

FB : Bloc fonctionnel

FC : Fonction

SFB : Bloc fonctionnel système

SFC : Fonction système

Légende :

FB avec bloc de données d'instance

B. Programmation des blocs

La programmation des blocs se fait du plus profond sous-bloc vers le bloc principal, le langage choisi pour la programmation est le langage (GRAPH), nous allons commencer par programmer les blocs fonctionnels.

Dans la suite, on présente quelques blocs de notre programme pour le filtre de tamis rotatif :

FB : le bloc FB1 est associé à un bloc fonctionnel (function block en anglais). Notons que Les blocs fonctionnels sont des éléments de programmation utilisés dans la programmation d'automates programmables (PLC) avec le langage de programmation graphique S7.

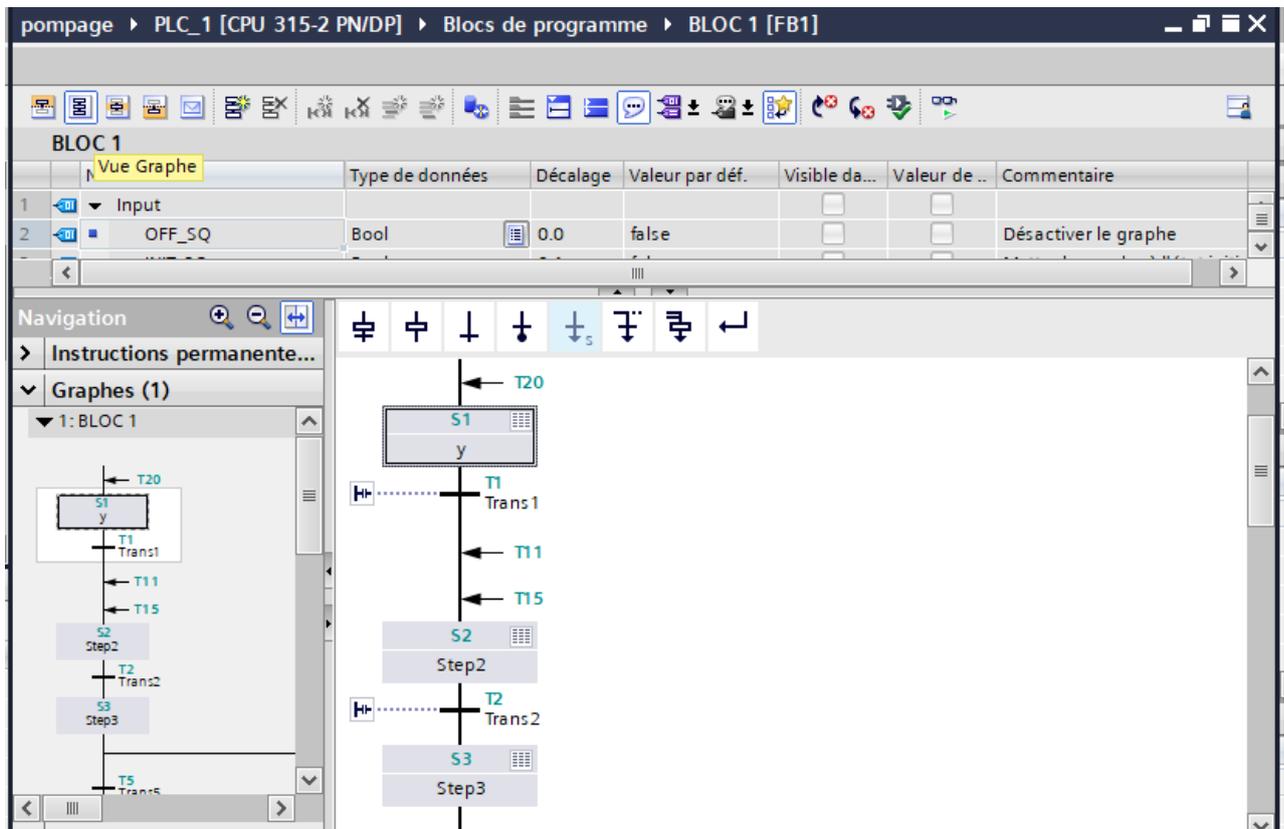


Figure IV.13: Vue du bloc FB1

FC : Le bloc FC1 est programmé pour effectuer un traitement des valeurs analogique. La mesure fournie par le capteur est convertie d'un signal électrique en une valeur numérique pour définir les seuils. À cet effet, on utilise la fonction SCALE existante dans la bibliothèque standard. La valeur numérique est enregistrée dans le DB d'instance propre à chaque mesure, et elle est affichée sur le pupitre, voici un aperçu de la vue interne du bloc :

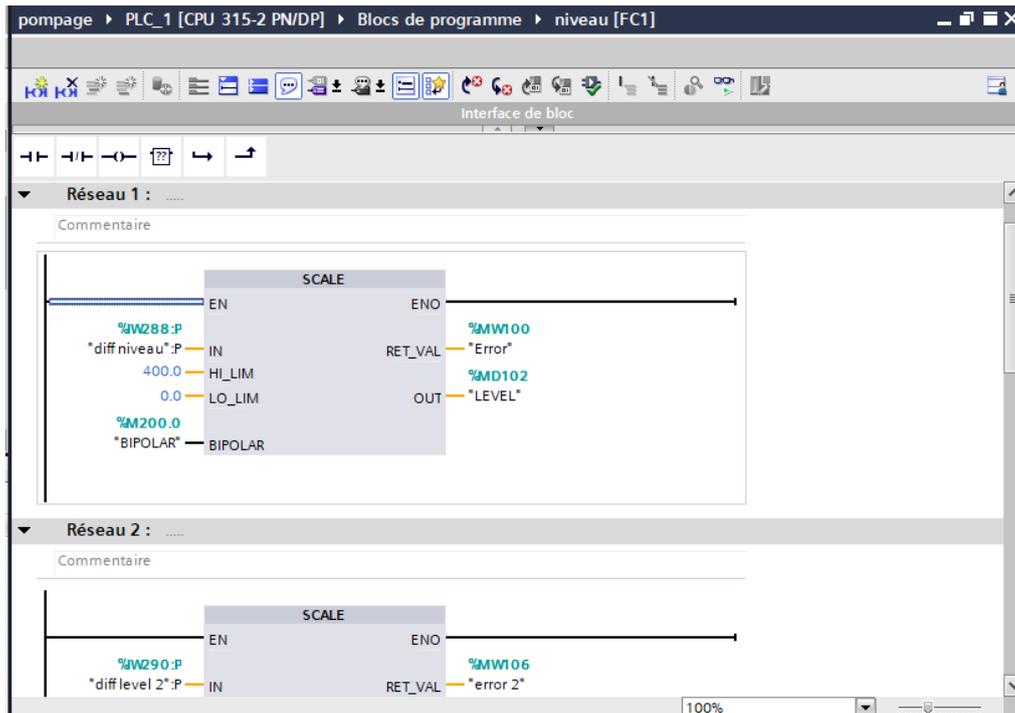


Figure IV.14: Vue du bloc FC1 [NIVEAU]

Bloc ALARM : Le bloc ALARM permet de hiérarchiser les alarmes en fonction de leur gravité, d'assigner des priorités et de configurer des actions spécifiques pour chaque niveau d'alarme :

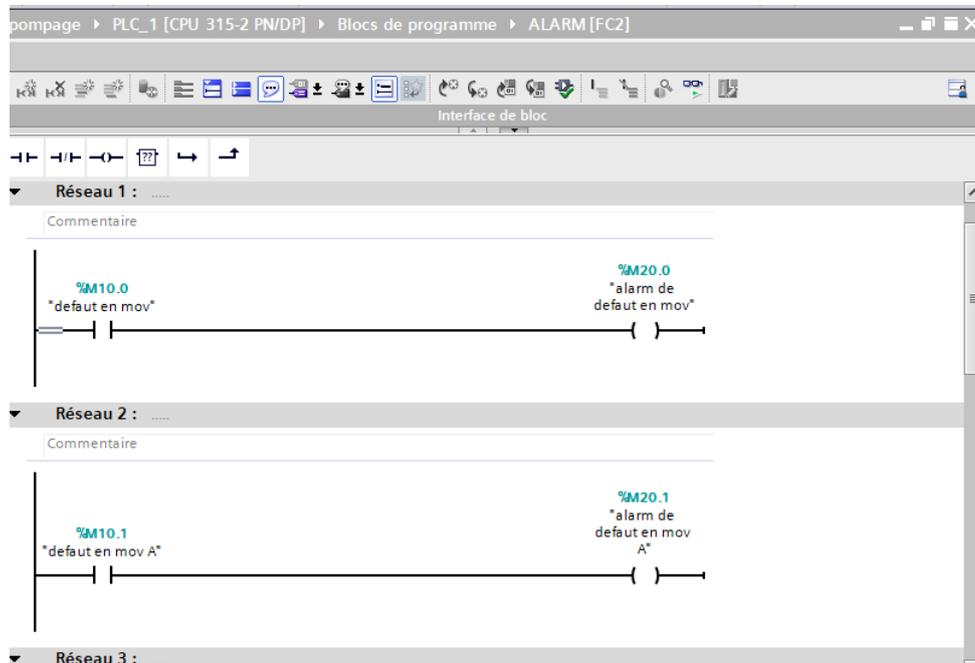


Figure IV.15: Vue du bloc FC2 [ALARM]

DB : Le bloc de données (DB) contient les informations échangées, il est programmé en insérant les données dans un tableau. Voici un aperçu :

	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rétention	Visible da...	Valeur de ..	Commentaire
1	Input							
2	OFF_SQ	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Désactiver le gr...
3	INIT_SQ	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mettre le graphe
4	ACK_EF	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acquitter toutes
5	S_PREV	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Afficher l'étape p
6	S_NEXT	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Afficher l'étape s
7	SW_AUTO	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode automatic
8	SW_TAP	Bool	0.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode semi-auto
9	SW_TOP	Bool	0.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode semi-auto
10	SW_MAN	Bool	1.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode manuel
11	S_SEL	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sélectionner l'ét
12	S_ON	Bool	4.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Activer l'étape fi
13	S_OFF	Bool	4.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Désactiver l'étap
14	T_PUSH	Bool	4.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Validation de co
15	Output							
16	S_NO	Int	6.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numéro d'étape
17	S_MORE	Bool	8.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il existe d'autres
18	S_ACTIVE	Bool	8.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'étape affichée
19	ERR_FLT	Bool	8.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erreur groupée l
20	AUTO_ON	Bool	8.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode automatic
21	TAP_ON	Bool	8.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode semi-auto
22	TOP_ON	Bool	8.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode semi-auto
23	MAN_ON	Bool	8.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mode manuel a

Figure IV.16: Bloc de données DB1

OB : OB1 regroupe les instructions que le programme va exécuter d'une manière cyclique, il fait appel à toutes les fonctions :

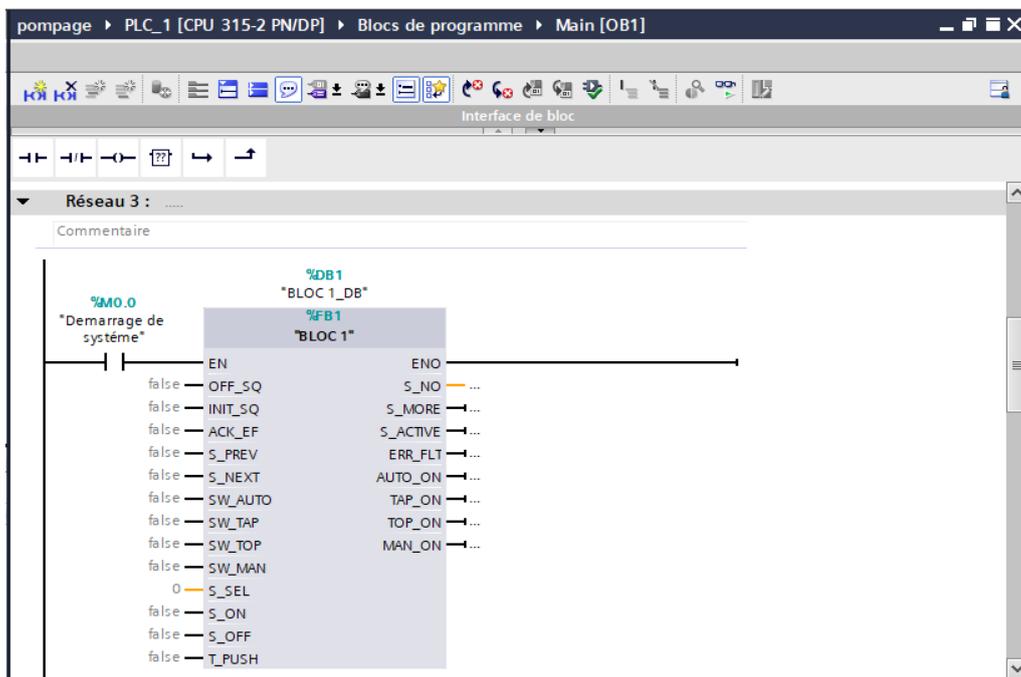


Figure IV.17: Vue du bloc FC2 [MAIN]

IV.4. Supervision de la station de pompage en utilisant le TIA PORTAL

IV.4.1. Définition de la supervision industrielle

La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes

alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine. De nos jours, de nouveaux procédés de supervision commencent à voir le jour se basant sur les architectures de systèmes distribués permettant la surveillance ou le monitoring à distance.

Les logiciels de supervision intègrent souvent des systèmes d'historisation des données et d'événements permettant, par exemple, leur exportation sous format Excel ou CSV. Cette fonctionnalité permet à l'agent de production l'optimisation de la production en déterminant les besoins en termes de matières premières et la planification des opérations de maintenance. La supervision est donc pratiquement indispensable sur des installations automatisées complexes. Les systèmes de supervision peuvent aussi inclure des systèmes d'alertes qui permettent d'envoyer un SMS ou d'avertir l'opérateur en cas de problème sur la chaîne de production. [39]

IV.4.2. Constitution d'un système de supervision

La plupart des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

Le système de supervision se compose de plusieurs modules qui jouent des rôles spécifiques :

- **Le module de visualisation** fournit aux opérateurs des informations en temps réel sur le processus grâce à une multitude de données.
- **Le module d'archivage** stocke des données, telles que les alarmes et les événements, sur une longue période. Il permet ensuite l'exploitation de ces données pour des applications de maintenance ou de gestion de production.
- **Le module de traitement** formate les données de manière à les présenter aux opérateurs via le module de visualisation, en utilisant une présentation prédéfinie.
- **Le module de communication** assure l'acquisition et le transfert des données, ainsi que la gestion de la communication avec les automates.

Ensemble, ces modules permettent d'obtenir, traiter, archiver et communiquer les données du système de supervision pour une surveillance et un contrôle efficaces du processus.

IV.4.3. Présentation d'une supervision WINCC dans logiciel TIA PORTAL

Win CC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie utilisé pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard via 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 systèmes multipostes basés sur PC.

Donc c'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. [41]

Les étapes du déroulement de la supervision sous **WinCC** sont résumées dans la figure suivante :

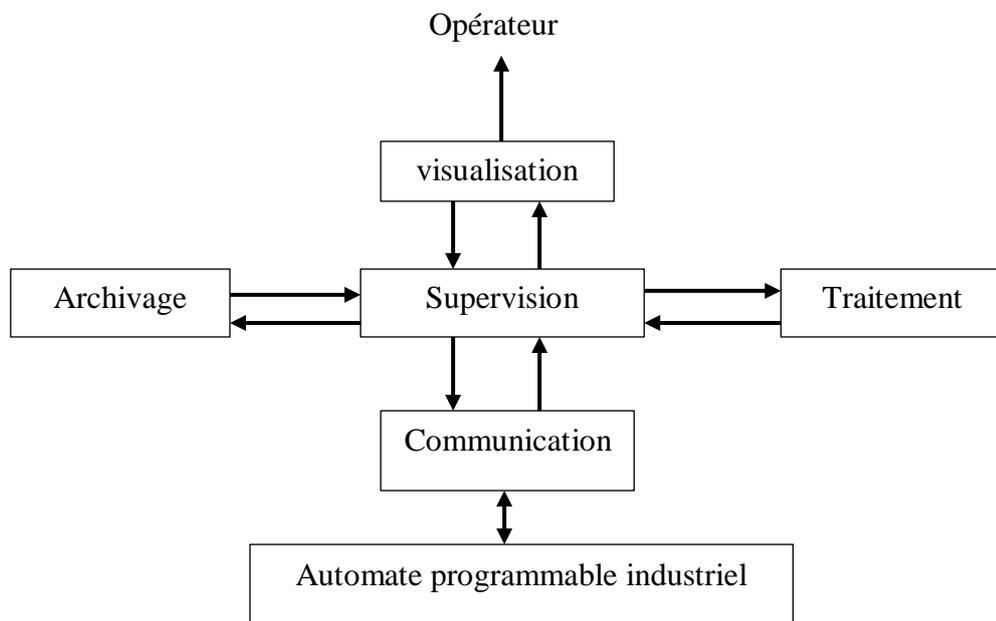


Figure IV.18 : Déroulement de la supervision

IV.4.3.1. Avantage de WINCC

Le programme SIMATIC WinCC permet :

- d'améliorer la productivité (efficacité de la configuration) lors de la création de projets IHM.
- de réaliser des concepts d'IHM et d'automatisation innovants dans le cadre de réseaux TCP/IP et du web.
- d'accroître la disponibilité des machines et installations par de nouveaux concepts de maintenance.

- d'accéder facilement, en toute sécurité aux données de procès à partir de n'importe quel endroit du globe.
- La cohérence du logiciel de configuration assure une réduction des coûts de formation, de maintenance et d'entretien tout en étant une garantie d'évolutivité du produit.
- Minimisation des coûts d'ingénierie grâce au TIA (totally integrated automation).
- Outils intelligents pour une configuration simple et efficace.
- Prise en charge exhaustive de configurations multilingues pour une mise en œuvre globale.
- Rapport performances/prix optimisé grâce à des fonctionnalités système personnalisables.
- Fonctionnalité de runtime flexible grâce à des scripts Visual Basic.
- Des concepts de maintenance innovateurs avec commande à distance, le diagnostic, l'administration via intranet/internet et la communication par courrier électronique améliorent la disponibilité.
- Prise en charge de solutions d'automatisation distribuées simples sur la base de réseaux TCP/IP au niveau machine. [42]

La figure ci-dessous présente la vue du WinCC dans TIA portal :

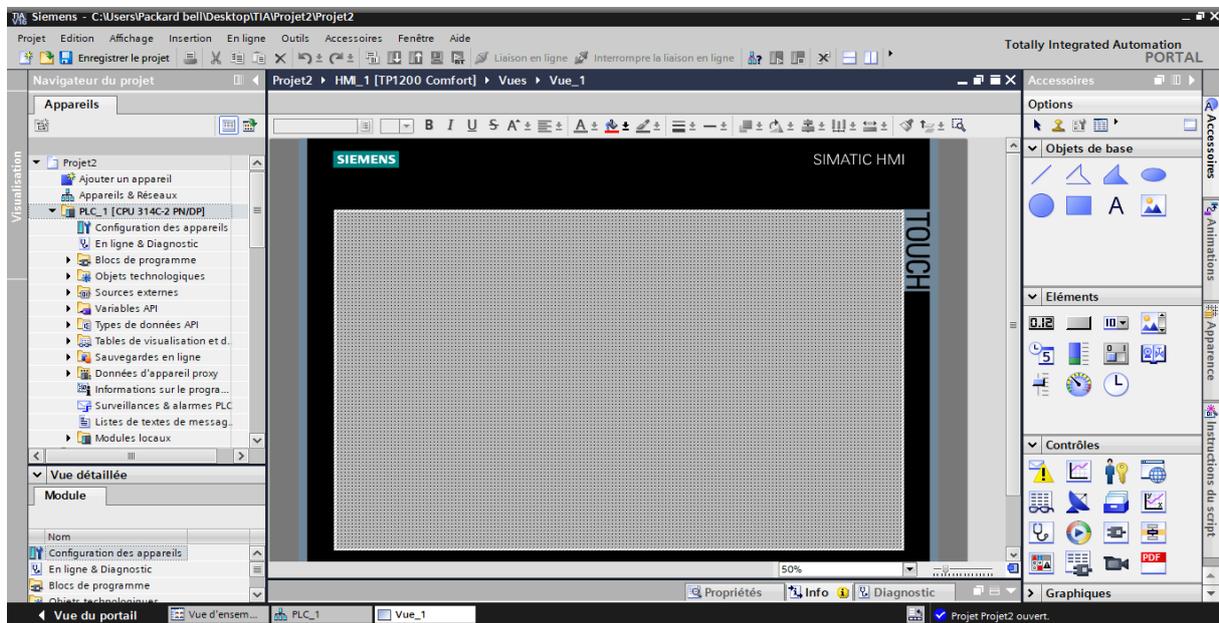


Figure IV.19: Vue du WinCC dans TIA portal

IV.4.3.2. Application disponible sous WINCC

WinCC propose plusieurs applications pour la supervision :

- **Graphic Designer** : Permet de créer des vues de processus en configurant les variables correspondantes à l'aide d'une bibliothèque d'objets. Assure la fonction de visualisation grâce à graphics runtime.
- **Tag Logging** : Permet de définir les archives, les valeurs de processus à archiver et les temps de cycle d'enregistrement.
- **Alarm Logging** : Gère l'acquisition et l'archivage des alarmes, en offrant les fonctions nécessaires pour le traitement, la visualisation, l'acquiescement et l'archivage des alarmes provenant du processus.
- **Global Script Runtime** : Comprend des éditeurs pour le langage C et visual basic (VBS), permettant de créer des actions et des fonctions personnalisées qui ne sont pas prévues dans WinCC Flexible.
- **Report Designer** : Permet de créer des rapports d'impression en utilisant des informations spécifiques et des modèles de mise en page personnalisables.
- **User Administrator** : Gère les utilisateurs et les autorisations. Permet de créer de nouveaux utilisateurs, de leur attribuer des mots de passe et de leur assigner des autorisations spécifiques.

En utilisant ces différentes applications, WinCC Flexible offre une gamme complète de fonctionnalités pour la supervision et la gestion des processus industriels.

IV.4.4. Développement d'un système de supervision sous WINCC

Le programme de supervision que nous avons développé a été élaboré avec le logiciel WinCC, développé par SIEMENS.

IV.4.4.1. Etape de mise en œuvre d'un système de supervision

Pour créer une interface Homme/Machine, il est nécessaire de prendre connaissance des éléments de l'installation ainsi que du logiciel de programmation de l'automate utilisé. Nous avons créés l'interface pour la supervision a l'aide du TIA PORTAL V13 qui est le dernier logiciel développer par SIEMENS et le mieux adapté au matériel utilisé. Les principales étapes suivies pour créer notre application sous WinCC sont les suivantes :

- Créer un projet.
- Sélectionner et installer l'API.
- Définir les variables dans l'éditeur de variables.
- Créer et éditer les vues (vue d'accueil, vue de tous les ouvrages) dans l'éditeur Graphics designer.

- Paramétrer les propriétés de WinCC runtime.
- Activer les vues dans le WinCC runtime.
- Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus.

IV.4.4.2. Etablir une liaison directe

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre TIA PORTAL V13 et le S7-300, et ce dans le but que le TIA PORTAL V13 puisse lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. Afin de créer la liaison, on sélectionne notre PLC, on clique dessus avec le bouton droit et on choisit « en ligne et diagnostique ». La configuration des appareils font que la liaison soit du mode MPI et ce à travers la carte PLCSIM. Voici l'aperçu de la vue de la liaison directe :

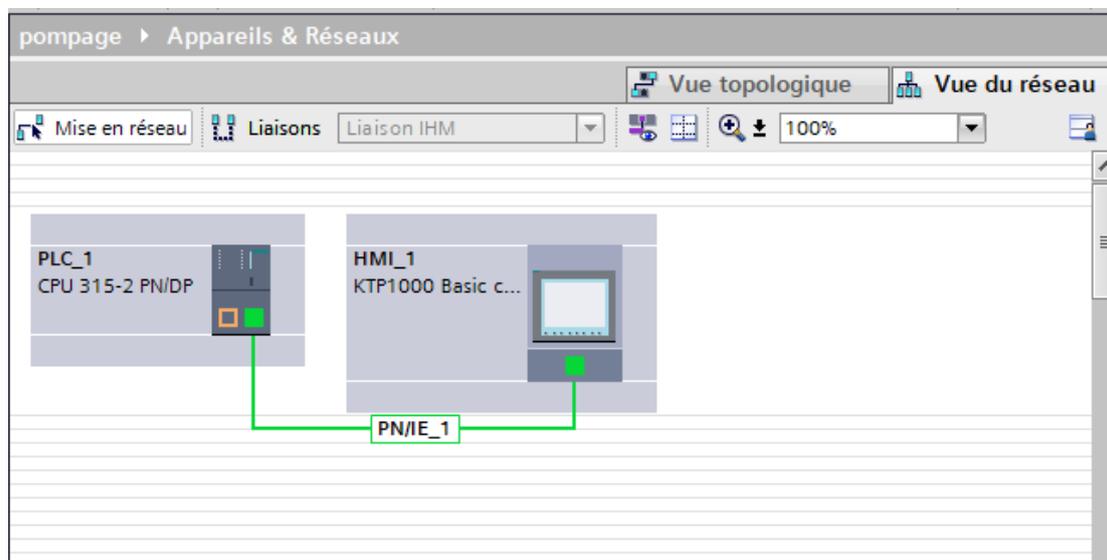


Figure IV.20: Liaison entre la PLC et IHM.

IV.4.4.3. Création de la table des variables IHM

Maintenant que la liaison entre le projet TIA PORTAL et l'automate S7-300 est établie, il est possible d'accéder à toutes les zones mémoire de l'automate, qui peuvent être des mémoires : entrée/sortie, memento, bloc de données. Les variables permettent de communiquer et d'échanger des données entre l'IHM et les machines. Une table de correspondance des variables IHM est créée à travers l'onglet variable.

Chaque ligne correspond à une variable de l'IHM. Elle est spécifiée par : nom, type de données, table de variables, connexion, non de l'API, adresse, adresse, mode d'accès. L'éditeur "Variables" affiche toutes les variables du projet. Comme présenté dans la figure ci-dessous :

Nom	Table des variables	Type de données	Connexion	Nom API
ALARM(1)	Table de variables standard	Int	HMI_Liaison...	PLC_1
defaut en pompe A	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
defaut en pompe B	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
hand mov A open	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
hand mov open	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
HMI_HAND MOV OPEN	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
HMI_HAND MOVE A OPEN	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
HMI_NETTOYAGE MANUEL	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
HMI_POMPE EN REPARATION	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
HMI_REMOTE	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
HMI_START	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
LEVEL	Table de variables standard	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1
mov	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1
mov A	Table de variables standard	Bool	HMI Liaison 1	PLC 1

ID	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ..	Adresse de dé..	Variable d'acq..	Bit d'a...
1	ALARM NIVEAU D'EAU TRES ELEVE 2	Errors	ALARM(1)	0	%M21.0	<aucune vari...	0
2	ALARM NIVEAU D'EAU TRES ELEVE 3	Errors	ALARM(1)	1	%M21.1	<aucune vari...	0

Figure IV.21: Table des variables HMI

IV.4.5. Présentation de contrôle de supervision de la station de pompage

L'interface TIA PORTAL V13 permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander l'installation. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de procès.

Nous avons programmé quatre vues de supervisions qui permettent à l'opérateur d'avoir toutes les informations nécessaires sur notre station de pompage :

Pour ce faire nous avons créé la vue d'accueil (figure V-2), qui contient le bouton d'entrer, ce bouton nous permettra d'afficher la vue initiale, à partir de quels on peut sélectionner la vue à visualiser notamment :

- BLOC1 (figure IV.23).
- BLOC2 (figure IV.24).
- BLOC3 (figure IV.25).
- BLOC4 (figure IV.26)

Vue « d'accueil »

A travers cette vue (Figure IV.22), nous avons représenté l'entrée de la vue générale de notre station de pompage en commençant par les blocs, le bouton START, le bouton STOP « bouton d'arrêt d'urgence », "REMOTE" et "ALARM" :

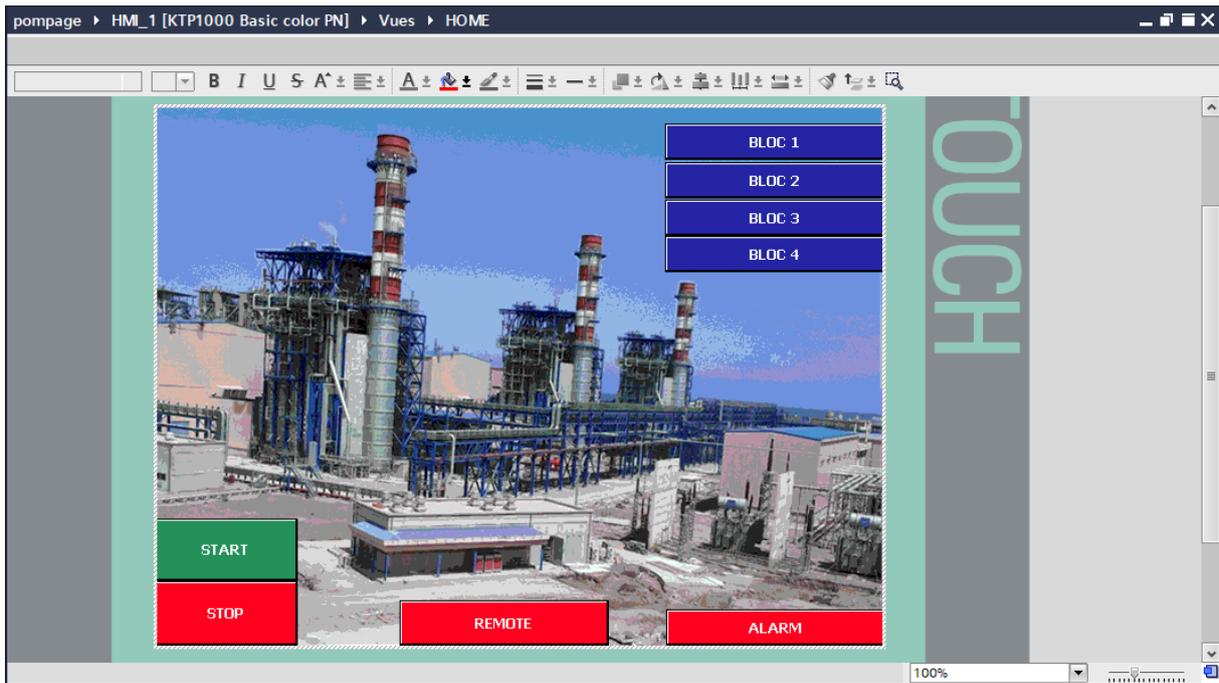


Figure IV.23: Vue d'accueil

Vue « BLOC1 »

Cette vue représente le processus de nettoyage de l'eau de mer pour le refroidissement de condenseur et la production de l'eau dessalée, elle est constituée principalement de deux pompes d'alimentation A et B, vanne motoriser TOR, capteur de niveau, afficheur de déference de niveau, un tamis rotatif, ainsi que l'alarm et un boutons de navigation vers les autres vues, ce qui représenté dans la figure suivante :

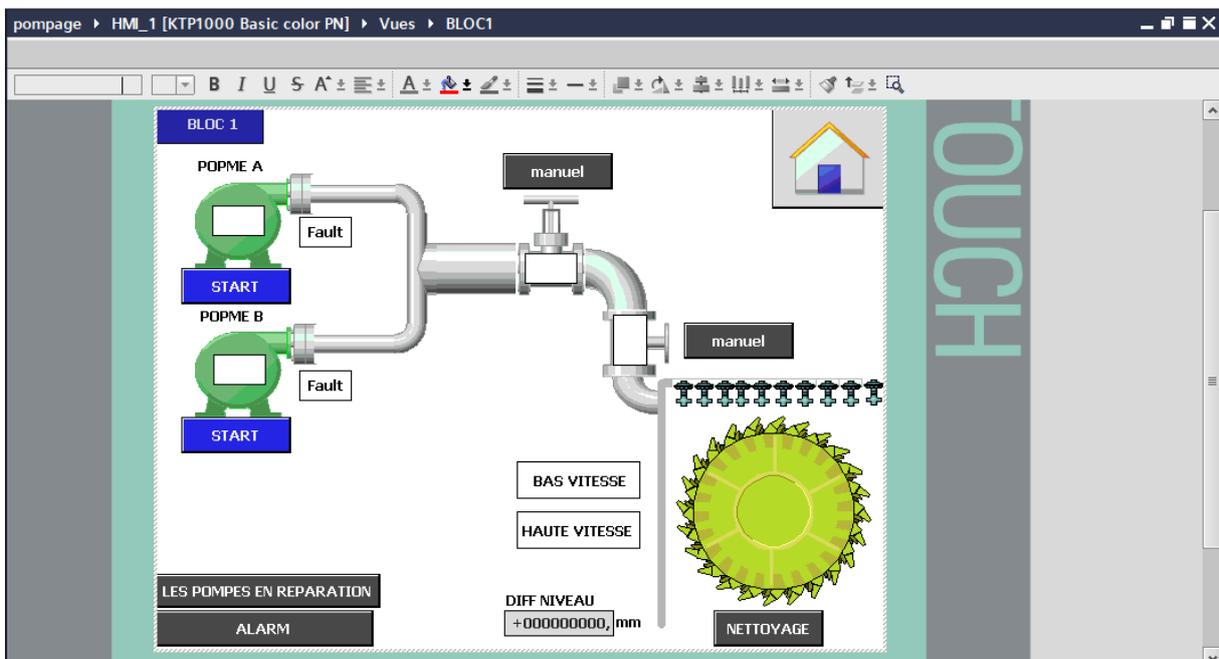


Figure IV.24: Vue Bloc1

Les vues ci-dessous partagent la même fonctionnalité et elles partagent les mêmes pompes d'alimentation (pompe A et B) ainsi que la vanne motoriser (MOV), mais elles sont différentes au niveau des capteurs, et les tamis rotatifs.

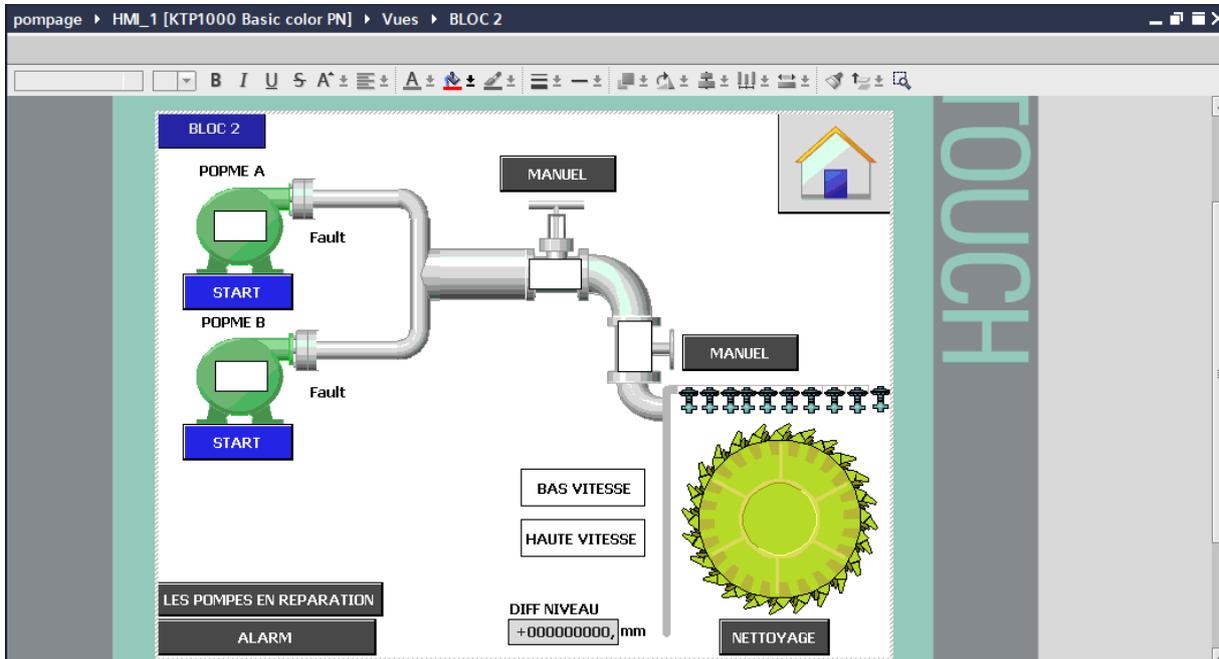


Figure IV.25: Vue Bloc2

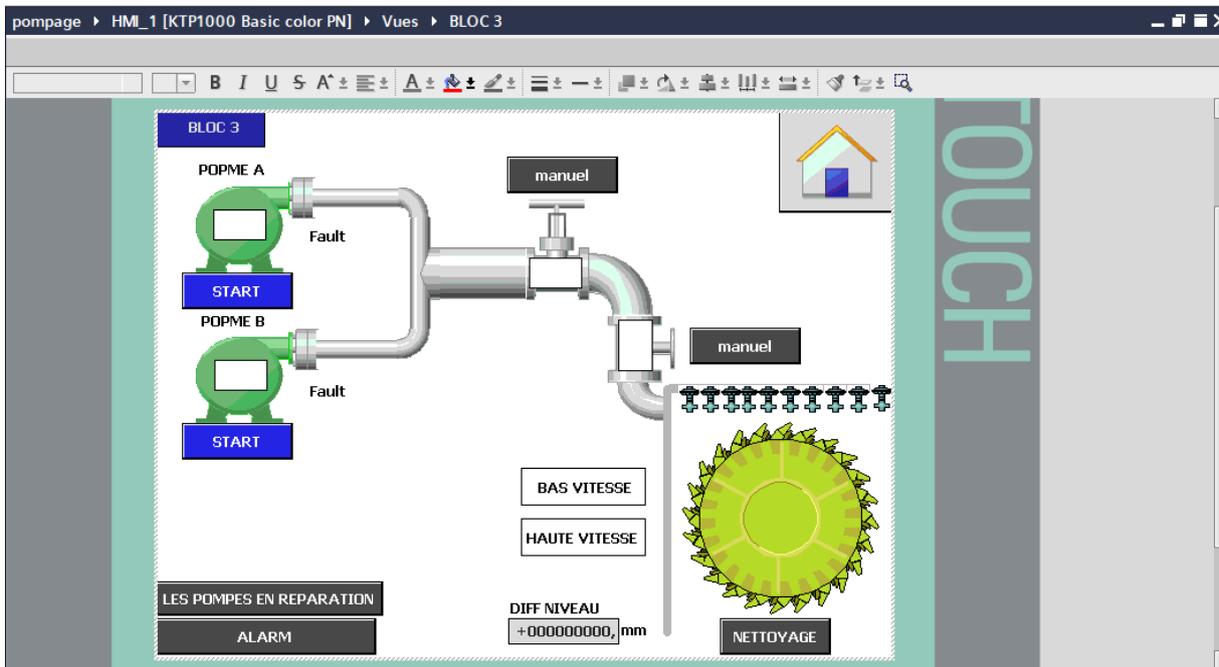


Figure IV.26: Vue Bloc3

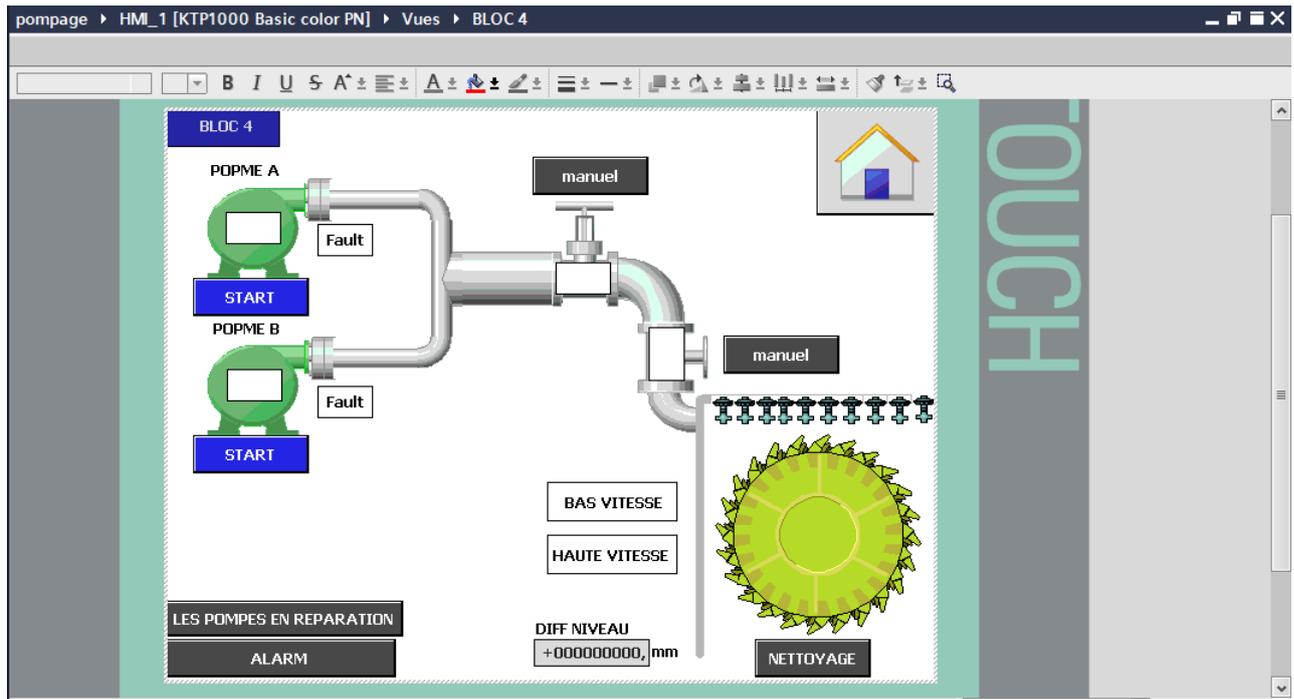


Figure IV.27: Vue Bloc4

La figure ci-dessous illustre les principales alarmes de notre installation :

ID	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ..	Adresse de dé..	Variable d'acq..	Bit d'a...
1	ALARM NIVEAU D'EAU TRES ELEVE 2	Errors	ALARM(1)	0	%M21.0	<aucune v...	0
2	ALARM NIVEAU D'EAU TRES ELEVE 3	Errors	ALARM(1)	1	%M21.1	<aucune vari...	0
3	ALARM NIVEAU D'EAU TRES ELEVE 4	Errors	ALARM(1)	2	%M21.2	<aucune vari...	0
4	Alarm de defaut en mov	Errors	ALARM(1)	8	%M20.0	<aucune vari...	0
5	Alarm de defaut en mov A	Errors	ALARM(1)	9	%M20.1	<aucune vari...	0
6	Alarm de defaut en pompe A	Errors	ALARM(1)	10	%M20.2	<aucune vari...	0
7	Alarm de defaut en pompe B	Errors	ALARM(1)	11	%M20.3	<aucune vari...	0
8	ALARM NIVEAU D'EAU TRES ELEVE	Errors	ALARM(1)	12	%M20.4	<aucune vari...	0

Figure IV.28: Vue d'alarme

IV.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble de l'automate programmable industriel que nous avons adopté pour la commande de notre station qui est le SIMATIC ainsi que son logiciel de programmation SIMATIC TIA PORTAL.

Dans ce dernier chapitre consacré à la supervision HMI de la station de pompage d'eau de mer de cap djinet, nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie. Nous avons élaboré sous le logiciel Win cc dans le tia portal, les vues qui permettent de suivre

l'évolution du procédé en temps réel et du niveau d'eau, en sus de la vue d'accueil et les principales vues qui le composent.



Conclusion

Générale



Conclusion générale

Après avoir mené notre étude approfondie, Nous sommes parvenus à la conclusion que la réussite des ~~tout~~ projets d'automatisation repose sur deux éléments essentiels : une analyse approfondie du processus à contrôler et une sélection judicieuse de l'automate à utiliser.

Dans notre travail, nous avons d'abord étudié le fonctionnement de la centrale électrique de CAP DJINET, en nous concentrant particulièrement sur la station de pompage que nous avons soigneusement modélisée à l'aide de l'outil GRAFCET. Cette modélisation nous a permis de comprendre en détail les différentes étapes et les actions nécessaires pour automatiser avec succès cette station.

Ensuite, nous avons présenté les API de manière générale, puis nous nous sommes concentrés sur l'automate S7-300. On se basant sur les caractéristiques de cet automate, nous avons développé un programme en utilisant le logiciel TIA Portal pour automatiser la station. Ensuite, nous avons effectué des simulations afin de valider l'efficacité de notre solution et d'identifier d'éventuelles erreurs ou ajustements nécessaires.

Enfin, pour compléter notre projet, nous avons créé une interface de supervision (HMI) conviviale en utilisant le logiciel WinCC. Cette interface permet un contrôle en temps réel de la station de pompage, offrant aux opérateurs une visualisation claire des paramètres et des états de la station.

En conclusion, nous espérons que notre travail servira de référence pour les futures promotions d'étudiants en automatisation ainsi que pour tous les passionnés d'automates programmables industriels et d'automatisation des procédés industriels. Nous sommes convaincus que notre étude, avec les solutions efficaces proposées, aura un impact significatif sur l'avancement de ce domaine.

Nous restons disponibles pour répondre à toute question supplémentaire et nous sommes impatients de voir les futures applications et développements inspirés par notre travail.

Mots clés

CCPP : Combined cycle power plant (central électrique à cycle combine).

HRSG : Générateur de vapeur a récupération de chaleur.

GT: Turbine a gaze.

ST : Turbine a vapeur.

UAT : Unit auxiliary transformer (unité de transformation auxiliaire).

GIS : Gaz insulated switchgear (appareillage isolé au gaz).

NGSS: Next generation science standards (norme scientifique de nouvelle génération).

NG: Gaz naturel.

GTG : Turbo-générateur à gaz .

STG : turbo générateur a vapeur.

IP : Pression intermédiaire.

HP: Haute pression.

LP : Basse pression.

GSUT : Generator step up transformer (transformateur élévateur de générateur).

ONAN : Huile naturel air naturel (le mode de refroidissement le plus simple :concrètement huile colporte la chaleur vers l'extérieur du transformateur et est refroidie a l'intérieure du radiateur qui évacue la chaleur par convection).

ONAF : huile naturel à air forcé.

OFAF : huile forcé à air forcé.

BT : Base tension.

MT : Moyen tension.

PC : Partie de commande.

PO : Partie opérative.

E/S : Les entres/sorties.

TOR : Tout ou rien.PRV : Tuyaux Plastique à renfort de verr

UV : Ultra violé .

M.O.V : Vanne Motorisée.

LCS : Poste de Contrôle Local

LCP : Contrôleurs logiques de programmation.

MCC : Centres de contrôle des moteurs.

DCS : Distrebuted control system (système de contrôle distribué).

RÉFÉRENCES

- [1] MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, «MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES,» 08 10 2019. [En ligne]. Available: <https://www.energy.gov.dz/>.
- [2] La documentation interne de la centrale thermique de Cap-Djinet..
- [3] Document cap djinet (BASIC – 1 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE)..
- [4] J. L. Ouamar BOUHINI, «Commande et supervision d'une pompe d'alimentation de la chaudière de la centrale thermique de Cap-Djinet.,» UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI-OUZOU, TIZI-OUZOU, 2015.
- [5] ATTAQA.net, «ATTAQA.net,» dimanche mars 2023. [En ligne]. Available: <https://attaqa.net/>.
- [6] «mapcarta.com,» [En ligne]. Available: <https://mapcarta.com/fr/>.
- [7] H. H. BELAID BENAMRANE, «Automatitaion des pompes d'extraction de la centrale thermique de CAP-DJINET,» UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, tizi ouzou, 2018.
- [8] documentation interne de la centrale à cycle combiné de ras djinet, Document cap djinet, (BASIC - 06 ASPECTS GÉNÉRAUX DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE -COMPOSANTS MÉCANIQUES MAJEURS).
- [9] M. M. lamine, «Rapport d'activité N°1 : Service Exploitation Réalisé par : Mr. MALKI Mohammed Lamine (ING d'étude),» année 2020..
- [10] S. Asma, «(Étude d'Impact Relative à la Réalisation et Exploitation d'une Centrale à cycle combiné à Ras Djinet, W. Boumerdès),» année 2013.
- [11] documentation interne de la centrale à cycle combiné de ras djinet, Description du système d'exploitation et de contrôle philosophie (équipements de la prise d'eau de mer)Numérotation Constructeur :RDPP-V-00PAA-1-71-001.
- [12] documentation interne de la centrale à cycle combiné de ras djinet, Fiche Technique (équipements de la prise d'eau de mer) Numérotation Maître d'ouvrage :RDJ GM 566 001.
- [13] Documentations interne de la centrale à cycle combiné de ras djinet, Données d'information civiles et dessins numération: RDJ GC 566 001.

- [14] documentation interne de la centrale (CC), Description du système d'exploitation et de contrôle philosophie Numérotation Maître d'ouvrage :RDJ GM 566 005.
- [15] documentation interne de la centrale (CC) de ras djinet, Description du système d'exploitation et de contrôle philosophie Numérotation Maître d'ouvrage :RDJ GM 566 005.
- [16] documentation interne de la centrale (CC), Fiche Technique (équipements de la prise d'eau de mer) Numérotation Maître d'ouvrage :RDJ GM 566 001.
- [17] documentation interne de la centrale (CC), Description du système d'exploitation et de contrôle philosophie Numérotation Maître d'ouvrage :RDJ GM 566 005.
- [18] Documentations interne de la centrale (CC) de ras djinet, Plans de disposition des équipements (LA PLANTE DE PRISE D'EAU DE MER) numeration: RDJ GM 566 006.
- [19] B. B. H. HAMRANI, «automatisation des pompes d'extraction de la centrale thermique de cap-djinet.,» promotion 2018..
- [20] Documentations interne de la centrale (CC) de ras djinet, Dessin tuyauterie d'arrangement de système d'eau de lavage avec pompe, vanne, passoire & support (équipements de la pris d'eau de mer) Numération RDJ GM 566 007.
- [21] fr.rs-online, «fr.rs-online.com/,» [En ligne]. Available: <https://fr.rs-online.com/>.
- [22] www.enggcyclopedia.com, «www.enggcyclopedia.com,» [En ligne]. Available: <https://www.enggcyclopedia.com/2012/05/motor-operated-valve>.
- [23] Documentations interne de la centrale (CC) de ras djinet, Dessin instrument installation (InclureB/M list)(équipements de la prise d'eau de mer) numération: RDJ IC 566 005.
- [24] «www.futura-sciences.com,» [En ligne]. Available: <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/meteorologie-capteur-pression-16423/>.
- [25] Docunmentations interne de la centrale (CC) de ras djinet, Dessin de localisation électrique et instrument (équipements de la pris d'eau de mer) numération: RDJ IC 566 008.
- [26] «www.mesdepanneurs.fr,» [En ligne]. Available: : <https://www.mesdepanneurs.fr/blog/clapet-anti-retour>.
- [27] documentation interne de la centrale à cycle combiné de ras djinet, Feuilles de données (Data sheets) pour équipements de la prise d'eau de mer numeration : RDJ GM 566 011.

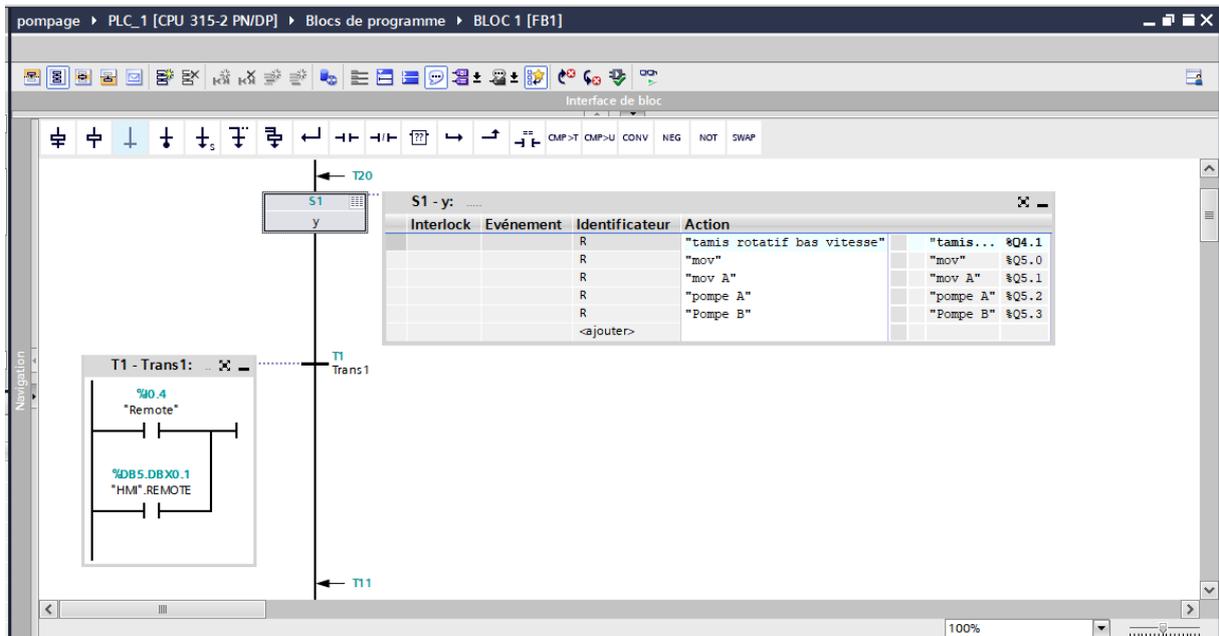
- [28] «Jackadit.com,» Jackadit, 2008 - 2020. [En ligne]. Available: <http://jackadit.com/index.php?p=sysprod2>.
- [29] M. A. M. Mr DJATIT Farouk, «Commande et supervision de la pompe d'extraction de la centrale thermique de Ras-Djinet par un API S7 300,» UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES, BOUMERDES, Juin 2017.
- [30] W. Z. Hamid SEDIKI, «Développement d'une solution à logique programmée pour le contrôle et la sécurisation des brûleurs, Mémoire réalisé à la Centrale Thermique de Cap Djinet,» Université Mouloud MAMMARI De Tizi-Ouzou, Tizi-Ouzou, Le 12 / 07 / 2016.
- [31] A. K. P. A. Industrielle, «est-usmba.ac.ma/ ,CHAPITRE I : GRAFCET,» [En ligne]. Available: http://www.est-usmba.ac.ma/GRAFCET/co/module_cours_grafcet_45.html.
- [32] Grafcet Designer, «grafcetview.com,» 2018 - 2021. [En ligne]. Available: <http://www.grafcetview.com/fr/le-grafcet-cote/regles-d-evolution>.
- [33] M.B.Adel, Cours d'automatisme Institut des sciences et techniques appliquées-UFM-Constantine-1, Constantine: Institut des sciences et techniques appliquées-UFM-Constantine-1.
- [34] S51-Etude-fonctionnelle-des-systemes.doc, S51-Etude-fonctionnelle-des-systemes.doc.
- [35] «www.institut-numerique.org,» 2011. [En ligne]. Available: <https://www.institut-numerique.org/iii42-definition-de-lapi-4e1b375ea3342>.
- [36] G. Farris, The history of the PLC" de Paul, IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 4, no 2, pp. 6-16,, juin 2010..
- [37] F. N. E. H. YAZID, «Etude de l'automatisation par automate programmable S7-300 de la machine à garnir les encoches De l'ENEL,» Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Promotion : 2008.
- [38] Prévéraud, Yves Granjon et François, Automates programmables industriels - 2ème édition, Dunod, 2016.
- [39] Siemens AG, SIMATIC S7-300 Automation System, System Manual.
- [40] Arnould, Neva, «SlidePlayer.fr Inc,» [En ligne]. Available: <https://slideplayer.fr/slide/1173711/>.
- [41] T. K. MEHDI Ahcene, «Automatisation et supervision de l'unité de traitement des eaux par osmose inverse du complexe CEVITAL via le logiciel TIA Portal V13 de SIEMENS,» UNIVERSITE DE UNIVERSITE DE BEJAIA, UNIVERSITE DE BEJAIA, Promotion 2015.

- [42] E. HAMMOUMI, SE-S2-M7.1- Cours Automatismes et API Ch5-CRS-, fas: école supérieur de technologie université sidi mohamed ben abdellah de fas.
- [43] automation, «www.automation-sense.com,» 07 03 2015 . [En ligne]. Available: <https://www.automation-sense.com/blog/supervision-industrielle.html>.
- [44] Université de Reims Champagne Ardenne , 2020. [En ligne]. Available: <https://www.univ-reims.fr/meserp/descriptif-des-logiciels/descriptif-des-logiciels>.
- [45] société Objectif-PI, éditeur et intégrateur de l'ERP Open-Prod, accompagne les industries dans leur démarche de croissance et d'amélioration de leurs performances., «open-prod.com,» Objectif-PI (Éditeur Open-Prod) 1 rue Lazare Carnot,38320 EYBENS, 2022. [En ligne]. Available: <https://open-prod.com/lexique/api-definition/>.
- [46] automation-sense.com, «automation-sense.com,» 03 03 2015. [En ligne]. Available: <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/wincc-flexible.html>.
- [47] S. Asma, «(Étude d'Impact Relative à la Réalisation et Exploitation d'une Centrale à cycle combiné à Ras Djinet, W. Boumerdès).,» année 2013.
- [48] <https://www.enggcyclopedia.com>

Annexe

Le bloc1 :

Step 1 Transition 1 :



Step2 Transition 2 :

