

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Filière Électronique
Spécialité Automatique informatique industrielle

présenté par

Hamrene Rezki Imed

&

Tidafi Mohamed Taher

Etude sur le système automatisé d'évaporation du Co2 alimentaire

Proposé par : Mme Brahimi Nozha & Mr Kadri Anis

Année Universitaire 2018-2019

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance qu'on doit à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration à la réalisation de cette étude.

Pour commencer, on adresse nos sincères remerciements à notre Co-promoteur Mr. Kadri Anis Ingénieur instrumentation à la station de dessalement d'eau de mer 'El-Hamma Water', pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, son encadrement fructueux et pour sa grande disponibilité et ses précieux conseils.

On tient à remercier notre promotrice Madame Brahimi Nouzha pour son assistance pertinente, sa contribution perspicace auquel s'adjoignent une gentillesse et une modestie toute particulière, Nous la remercions également pour le suivi de notre travail.

Par la même volonté et la même chaleur, on tient à remercier tout particulièrement Mr Mohellebi Hamza pour son aide dans notre travail et d'avoir partagé avec nous son expérience, ainsi que pour sa disponibilité et son professionnalisme au cours de notre stage, aussi pour son exemplarité dans la confiance en soi, son investissement sans limite et sa rigueur au travail.

On remercie grandement les membres du jury pour l'honneur qu'il nous fait d'avoir accepté d'apprécier le contenu de notre travail et évaluer son contenu que nous espérons être à la hauteur du savoir qu'il nous a transmis.

On tient à remercier Mr Nouioua Ali le directeur de la station de dessalement d'eau de mer 'El-Hamma Water', de nous avoir bien accueilli au sein de leur Station avec modestie et ouverture d'esprit pour son encouragement avec dévouement et efficacité et ainsi que la chance qui nous a offert afin d'entamer le monde industriel sur le terrain.

Nous présentons enfin, notre profonde gratitude à notre famille, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail.

ملخص: إن الهدف من العمل المعروض في هذا الموضوع هو، من ناحية، المساهمة في وضع تصور كامل لنماذج محاكاة النظام الآلي، ومن ناحية أخرى، تنفيذها باستخدام تقنيات البرمجة المتزامنة. تتعلق الحالة التي تمت دراستها، في هذا الموضوع، بالتحكم في نظام يدير وحدة التخزين وتبخير ثاني أكسيد الكربون في محطة تحلية مياه البحر "ELHamma Water". لتحقيق هذا الهدف، يتم استخدام Proficy Machine Edition للتحكم في الوقت الفعلي و كذلك للمحاكاة، يتم ضمان برنامج

الإشراف على نظامنا من قبل Runtime.

كلمات المفاتيح: النظام الآلي؛ تبخير؛ تحلية؛ الإشراف.

Résumé : L'objectif de travail présenté dans ce thème est, d'une part, de contribuer à la conceptualisation complète de modèles de simulation à système automatisé et d'autre part, de les implémenter en utilisant des techniques de programmation concurrente. Le cas étudié, dans ce thème, concerne la commande d'un système qui gère l'unité de stockage et de l'évaporation du Co2 alimentaire dans la station de dessalement d'eau de mer 'El-Hamma Water'. Pour aboutir à cet objectif, le logiciel Proficy Machine Editon est utilisé pour le contrôle temps réel ainsi que pour la simulation. La supervision de notre système est assurée par Runtime.

Mots clés : Evaporation; Dessalement; supervision; système automatisé.

Abstract: The objective of the work presented in this theme is, on the one hand, to contribute to the complete conceptualization of automated system simulation models and, on the other hand, to implement those using concurrent programming techniques. The case studied, in this theme, concerns the control of a system that manages the storage unit and the evaporation of food CO2 in the seawater desalination plant 'El-Hamma Water'. To achieve this goal, the Proficy Machine Editon software is used for real-time control as well as for simulation. The supervision of our system is ensured by Runtime.

Keywords: Evaporation; desalination; supervision; automated system.

LISTE DES ABREVIATIONS

GE	General Electric.
HWD	Hamma Water Desalination.
OPIC	Overseas Private Investment Corporation.
MED	Multi-Effect Distillation.
MSF	Multi-Stage Flash.
PEHD	Polyethylene High-Density.
SDI	Silica Density Index.
OI	Osmose Inverse.
TAC	Titre Alcalimétrique Complet.
TH	Total Hardness.
ADE	Algérienne Des Eaux.
LT	Level Transmitter.
LSH	Level Switch High.
WI	Weighing Indicator.
WSH	Weight Switch High.
WSL	Weight Switch Low.
LSH	Level Switch High.
PSH	Pressure Switch High.
PI	Pressure Indicator.
TSL	Temperature Switch Low.
CV	Control Valve.
PSL	Pressure Sensor Low.
FSL	Flow Switch Low.
LSL	Level Switch Low.

PID	Proportionnel Intégral Dérivé.
PC	Partie Commande.
PO	Partie Opérative.
PR	Partie Relation.
API	Automate Programmable Industrielle.
CPU	Unité Centrale De Traitement.
IHM	Interface Homme Machine.
PCI	Peripheral Component Interconnection.
RAM	Random access Memory.
AE	Analogique Entrée.
AS	Analogique Sortie.
EPROM	Erasable Programmable Read-Only Memory.
PC	Personal computer.
TCP	Transfer Control Protocol.
IP	Internet Protocol.
ECD	Equipement De Communication De Données.
PLC	Programmable Logic Controller.
HCT	Host Communication Toolbox.
EGD	Ethernet Global Data.
SRTP	Secure Real-Time Transport Protocol.
CSMA/CD	Accès multiple avec écoute de porteuse et détection de collision.
PME	Proficy Machine Edition.
PV	Predefined Value.
PCV	Pressure Control Valve.
SP	Software Process.
PV	Process Variable.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE 1 PRESENTATION DE LA STATION HWD

1.1	Présentation de la société Hamma water Desalination	2
1.2	Historique du dessalement en Algérie.....	2
1.3	Sélection du site géographique	4
1.4	Les avantages de dessalement en Algérie	4
1.5	Les différentes phases de la station de dessalement d'eau de mer	5
1.5.1	Prélèvement en mer.....	5
1.5.2	Prétraitement.....	6
a	Pré filtration	6
b	La chloration.....	6
c	Ajustement du pH	6
d	La coagulation	6
e	Floculation	7
f	Filtration sur sable mono ou multicouche	7
g	Déchloration et antitartre	7
h	Filtration à cartouche	7
1.5.3	Traitement (l'osmose inverse)	8
a	Principe de l'osmose inverse.....	8
b	Membrane d'osmose inverse.....	9
c	Le type de membrane utilisé.....	10
d	Module spirale.....	10
1.5.4	Post-traitement	11
a	Correction de pH	12
b	Reminéralisations.....	12
c	La désinfection	12
1.5.5	Production	13

CHAPITRE 2 STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DE L'UNITE D'EVAPORATION DU CO2 ALIMENTAIRE

2.1	Introduction	14
2.2	Description sur Processus du projet	14
a	Description du CO2.....	15
2.2.2	CO2 gazeux.....	16
a	CO2 liquide	16
2.2.3	CO2 solide (généralement appelé «DRY ICE»).....	16
2.3	Les parties Indispensables du processus	16
2.3.1	Stockage du Co2 alimentaire liquide dans un réservoir	16
a	Description technique du stockage du co2 alimentaire	16
b	Description de l'automatisation.....	17
c	Opérations normales.....	17
d	Liste des alarmes	18
2.3.2	Evaporation du Co2 alimentaire	18
a	Description technique d'évaporation du co2 alimentaire	18
b	Description de l'automatisation.....	18
c	Liste des alarmes	19
2.4	Objectifs spécifiques de la présente étude.....	19
2.5	Les différents instruments d'un système d'évaporation du Co2 alimentaire	20
2.5.1	Réservoirs cryogéniques ou isolants	20
2.5.2	Echangeur thermique.....	20
a	Son Type de contact	21
b	Classement suivant les types d'échange	21
c	Classement suivant la disposition des écoulements.....	21
2.5.3	Le manomètre à tube de Bourdon.....	21
2.5.4	Débitmètre massique Coriolis Proline Promass40 ^E	22
2.5.5	Vanne de régulation	23
a	PID " Proportionnel Intégral Dérivé"	23
2.5.6	Détendeur (R123 - R123 / 34 EN LAITON).....	24
2.5.7	La soupape de sécurité.....	25
2.5.8	Pt100	25
2.6	Conclusion.....	26

CHAPITRE 3 AUTOMATES PROGRAMMABLES ET LOGICIELS ASSOCIES

3.1	Introduction	27
3.2	Les systèmes automatisés.....	27
a	La partie opérative (PO)	28
b	La partie commande (PC)	28
c	La partie relation (PR).....	28
3.3	Les automates programmables	29
3.3.1	Définition de l'automate programmable	29
3.3.2	Traitement du programme automate.....	29
3.4	Généralité sur l'automate RX3i de Ge Fanuc.....	30
3.4.1	Caractéristiques du CPU RX3i.....	30
3.4.2	Fonctionnement, protection et statut du module.....	31
3.4.3	Batterie.....	31
3.4.4	Stockage de micro logiciel dans la mémoire flash	31
3.5	Connexion du programmeur.....	32
3.5.1	Ports série.....	32
a	Longueurs de câble série et blindage.....	32
b	Port 1	32
c	Port 2	32
3.5.2	Configuration.....	32
3.6	Racks et alimentation.....	33
Figure 3.5.....		33
3.6.1	Emplacements des modules dans un rack universel	33
3.7	Module d'alimentation 120/240 Vac ou 125 Vcc, 40 Watts.....	33
3.7.1	Le module d'alimentation comporte quatre LEDs	33
a	POWER (Verte/Orange).....	33
b	P/S FAULT (Rouge).....	34
c	OVERTEMP (Orange)	34
d	OVERLOAD (Orange).....	34
3.8	Module d'interface Ethernet	34
3.8.1	Commandes et voyants du module d'interface Ethernet.....	34
a	La LED Ethernet OK.....	34
b	La LED LAN OK	35
c	La LED Log Vide.....	35
d	Deux LEDs	35
e	Deux autres LEDs.....	35
3.9	Bornier électrique de type boitier, 36 broches.....	36
3.10	Les modules d'entrées/sorties.....	36
3.10.1	Modules TOR (Tout Ou Rien).....	36

3.10.2	Modules analogiques.....	36
3.10.3	Modules spécialisés	36
3.11	Liaisons et modules de communication	37
3.12	Logiciel de Programmation	37
3.12.1	Description du logiciel Proficy machine Edition	37
3.12.2	Les principaux avantages du logiciel Proficy Machine Edition	37
3.12.3	Démarrage du Proficy machine édition.....	37
3.12.4	L'environnement Proficy Machine Edition	38
3.12.5	Le Navigateur de projets	39
3.12.6	L'inspecteur de propriétés.....	40
3.12.7	Visualisation des données	41
3.12.8	Boîte à outils - Toolchest	41
3.12.9	Fenêtre de retour d'informations	41
3.12.10	Compagnon.....	41
3.12.11	La fenêtre Information	42
3.12.12	Onglets de la fenêtre d'édition.....	42
3.13	Conclusion.....	42

CHAPITRE 4 PROGRAMMATION ET SUPERVISION

4.1	Introduction	43
4.2	Programmation	43
4.2.1	Création d'un nouveau projet	44
4.2.2	Le choix de la cible.....	44
4.2.3	Configuration matériel (hardware)	45
a	Notre choix du matériel	45
4.2.4	Les variables	46
a	Entrées.....	46
b	Sorties.....	46
c	Mémento.....	46
4.2.5	Création du programme.....	47
4.2.6	Programme de transfert des données des instruments	47
a	Bloc SCALE INT.....	47
b	Bloc INT TO REAL.....	48
c	Bloc DIV REAL	48
d	Bloc GE REAL.....	48
e	Bloc LE REAL	49
4.2.7	Programme d'alarme	49
a	Bloc RANGE INT	50
4.2.8	Programme d'alarme avec temporisateur	50

a	Bloc OFDT TENTHS.....	51
4.2.9	Programme PID	51
a	Bloc PID ISA.....	52
4.3	Création de la supervision	53
4.3.1	Introduction.....	53
4.3.2	VIEW	53
4.3.3	View Runtime	53
4.3.4	Etablissement d'une liaison HMI.....	53
4.3.5	Les éléments des vues.....	54
4.3.6	Configuration des éléments des vues	55
a	Configuration des vannes.....	55
b	Configuration des voyants.....	55
c	Configuration des boutons.....	56
d	Affichage du l'état de l'évaporateur	57
e	Afficheur des données numérique.....	57
4.3.7	Vue d'ensemble de système de commande de l'évaporateur	58
a	En état d'arrêt n°1.....	58
b	En état de marche n°1.....	58
c	En état de marche n°2.....	59
d	En état d'arrêt n°2.....	59
e	Fenêtre d'indication	60
f	Fenêtre PID Automatique	60
g	Fenêtre PID Manuel	61
h	Vue de la liste des Alarmes	61
4.3.8	RUNTIME	61
a	Principe.....	62
4.4	Conclusion.....	62
CONCLUSION GENERALE.....		63

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.1. PLAN DU SITE ET CARTE DES INFRASTRUCTURES LOCALES.	4
FIGURE 1.2. LES DIFFERENTS PROCESSUS DE LA STATION DE DESSALEMENT D'EAU DE MER.	5
FIGURE 1.3. LES ETAPES DE PRETRAITEMENT.....	6
FIGURE 1.4. FILTRE A CARTOUCHE.....	8
FIGURE 1.5. DESSALEMENT D'EAU DE MER PAR OSMOSE INVERSE.....	8
FIGURE 1.6. PRINCIPE DE L'OSMOSE INVERSE.....	9
FIGURE 1.7. MEMBRANES D'OSMOSE INVERSE.....	10
FIGURE 1.8 MEMBRANE D'UN MODULE SPIRALE.....	11
FIGURE 1.9 EQUIPEMENT DE STOCKAGE ET DE DOSAGE DE LA CHAUX.....	11
FIGURE 2.1. EVAPORATEUR DU CO2 ALIMENTAIRE.....	15
FIGURE 2.2. PARTIE STOCKAGE CO2 ALIMENTAIRE.	17
FIGURE 2.3. PARTIE EVAPORATION DU CO2 ALIMENTAIRE.....	19
FIGURE 2.4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHANGEUR THERMIQUE.	21
FIGURE 2.5. MANOMETRE A TUBE DE BOURDON.	22
FIGURE 2.6. DEBITMETRE MASSIQUE CORIOLIS.	22
FIGURE 2.7. VANNE DE REGULATION.....	23
FIGURE 2.8. BOUCLE DE REGULATION PID.....	23
FIGURE 2.9. DETENDEUR.....	24
FIGURE 2.10. SOUPAPE DE SECURITE.....	25
FIGURE 2.11. PT100.....	25
FIGURE 3.1. STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE.	28
FIGURE 3.2. FONCTIONNEMENT CYCLIQUE D'UN AUTOMATE.....	29
FIGURE 3.3. L'AUTOMATE GE FANUC RX3I.	30
FIGURE 3.4. BATTERIE DE SECOURS.	31
FIGURE 3.5. LE RACK UNIVERSEL DE L'AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL GE FANUC.	33
FIGURE 3.6. MODULE D'ALIMENTATION DE L'AUTOMATE RX3I.	34
FIGURE 3.7. MODULE D'INTERFACE ETHERNET.	35
FIGURE 3.8. BORNIER DE TYPE BOITIER, 36 BROCHES.	36

FIGURE 3.9. VUE DU PROFICY MACHINE EDITION.	38
FIGURE 3.10. VUE POUR CHOISIR OU CREER UN PROJET.	38
FIGURE 3.11. VUE DU PROJET.	39
FIGURE 3.12. FENETRE DU NAVIGATEUR AVEC UN PROJET OUVERT.	40
FIGURE 4.1. VUE DE CREATION D'UN NOUVEAU PROJET.	44
FIGURE 4.2. VUE POUR NOMMER LE PROJET.	44
FIGURE 4.3. CHOIX DE LA CIBLE.	45
FIGURE 4.4. VUE ILLUSTRANT LES MODULES UTILISES SUR LE RACK.	45
FIGURE 4.5. RESEAU DE TRANSFERT DES DONNEES.	47
FIGURE 4.6. BLOC SCALE INT.	47
FIGURE 4.7. BLOC INT TO REAL.	48
FIGURE 4.8. BLOC DIV REAL.	48
FIGURE 4.9. BLOC GE REAL.	48
FIGURE 4.10. BLOC LE REAL.	49
FIGURE 4.11. RESEAU DE DECLENCHEMENT D'ALARME.	49
FIGURE 4.12. BLOC RANGE INT.	50
FIGURE 4.13. RESEAU DE DECLENCHEMENT D'ALARME AVEC TEMPORISATEUR.	50
FIGURE 4.14. BLOC OFDT TENTHS.	51
FIGURE 4.15. RESEAU DE LA BOUCLE DE REGULATION PID.	51
FIGURE 4.16. BLOC PID ISA.	52
FIGURE 4.17. LIAISON PLC_HMI.	54
FIGURE 4.18. LA FENETRE DE CONFIGURATION DE LIAISON.	54
FIGURE 4.19. CONFIGURATION DES VANNES.	55
FIGURE 4.20. CONFIGURATION DES VOYANTS.	56
FIGURE 4.21. BOUTON START/STOP.	56
FIGURE 4.22. CONFIGURATION ANIMATION DES BOUTONS START/STOP.	56
FIGURE 4.23. ETAT DE L'EVAPORATEUR.	57
FIGURE 4.24. CONFIGURATION DE L'AFFICHAGE DU L'ETAT DE L'EVAPORATEUR.	57
FIGURE 4.25. AFFICHEUR DES DONNEES NUMERIQUE.	57
FIGURE 4.26. VUE DE PROCESSUS EN ETAT D'ARRET.	58
FIGURE 4.27. VUE DE PROCESSUS EN ETAT DE MARCHE N°1	58

FIGURE 4.28. VUE DE PROCESSUS EN ETAT DE MARCHE N°2.....	59
FIGURE 4.29. VUE DE PROCESSUS EN ETAT D'ARRET N°2.	59
FIGURE 4.30. FENETRE D'INDICATION.	60
FIGURE 4.31. VUE DE LA BOUCLE DE REGULATION EN MODE AUTOMATIQUE.....	60
FIGURE 4.32. VUE DE LA BOUCLE DE REGULATION EN MODE MANUEL.	61
FIGRE 4.33. FENETRE D'AFFICHAGE DE LA LISTE DES ALARMES.....	61

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.1. DIFFERENTES INSTALLATIONS EXISTANTES EN ALGERIE. [2]	3
TABLEAU 2.1. TABLEAU DES OPERATIONS NORMALES. [11].....	18
TABLEAU 2.2. LA LISTE DES ALARMES DE LA 1ERE PARTIE.	18
TABLEAU 2.3. LISTE DES ALARMES DE LA 2EME PARTIE. [12].....	19
TABLEAU 4.1. EXEMPLE DE QUELQUES VARIABLES DU PROGRAMME.....	46
TABLEAU 4.2. REPRESENTATION DES ELEMENTS DES VUES.....	55

Introduction générale

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours sujet à controverse vu que la machine a tendance à remplacer l'homme dans plusieurs tâches, il ne peut hélas assurer les tâches que fait la machine dans plusieurs domaines.

Elle consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique qui se substitue aux opérations manuelles. Le système ainsi conçu sait prendre en compte les situations pour lesquelles sa commande a été réalisée.

La problématique qui nous a été posée au sein de la station de dessalement d'eau de mer « El-Hamma Water » est que le procédé d'évaporation du Co₂ alimentaire en fonctionnement risque le phénomène de givrage, cette dernière causera l'arrêt de la production.

Notre but est de faire une étude complète et détaillée de l'évaporateur du Co₂ alimentaire et sur son automatisation en utilisant l'automate qui présente de meilleurs avantages vue sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication, ajouté à tout ça l'élaboration du programme à contacte et la supervision de ce système via le logiciel Proficy Machin Edition. A cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux.

Le premier chapitre sera dédié à la présentation générale de la station de dessalement d'eau de mer « El-Hamma Water ».

Le deuxième chapitre sera consacré au processus d'évaporation, sa problématique et solution proposées.

Le chapitre trois englobera sur les automates programmables ainsi qu'au logiciel d'ingénierie de GE Fanuc qui est le Proficy Machin Edition.

Le dernier chapitre de ce rapport (chapitre 4) traitera la partie programmation et supervision de ce projet. Les étapes de programmation automatique, qui fera l'objet de notre travail seront détaillés et expliqués.

Enfin, on termine par une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre 1 Présentation de la Station HWD

1.1 Présentation de la société Hamma water Desalination

HWD abréviation de «Hamma Water Desalination Spa» est une société de projet créée pour le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse sur le site de la centrale du Hamma à Alger.

Les principaux actionnaires de HWD sont : la Société de Droit Américain GE Ionics Hamma Holding «IRE» Ltd. avec une participation de 70% du capital social et par l'entreprise publique économique Algerian Energy Company«AEC» avec une participation de 30% du capital social.

Le financement du projet fût réalisé selon le principe du financement de projet «Project Financing», principe, par lequel le remboursement de la dette s'effectue à partir des revenus issus de la commercialisation de l'eau produite.

Le prêt fût accordé par l'institution financière américaine Overseas Private Investment Corporation «OPIC» et ce, à hauteur de 75% du montant du projet, les 25% restants représentent la contribution des actionnaires dans le capital social de la société.[42]

1.2 Historique du dessalement en Algérie

L'expérience algérienne en matière de dessalement des eaux est étroitement liée au développement de l'industrie, tout particulièrement de l'industrie pétrolière et sidérurgique. Le recours au dessalement en vue d'un usage destiné exclusivement à l'alimentation de la population en eau potable est quasi-inexistant. Une seule expérience a été tentée dans une situation où il n'existait aucune autre solution. Il s'agit de l'unité de déminéralisation d'Ouled Djellaba, dans la wilaya de Biskra (sud-est algérien). En 1964, trois petits blocs de 8 m³/h chacun ont été installés au complexe Gaz liquéfié d'Arzew (ville côtière à l'ouest du pays). Le procédé utilisé est la distillation à multiple effet« Multi effet distillation, MED ».

En 1969, une autre installation a vu le jour à Arzew avec une capacité de production de 4560ni3/j. Le procédé utilisé est le multi stage flash – MSF.

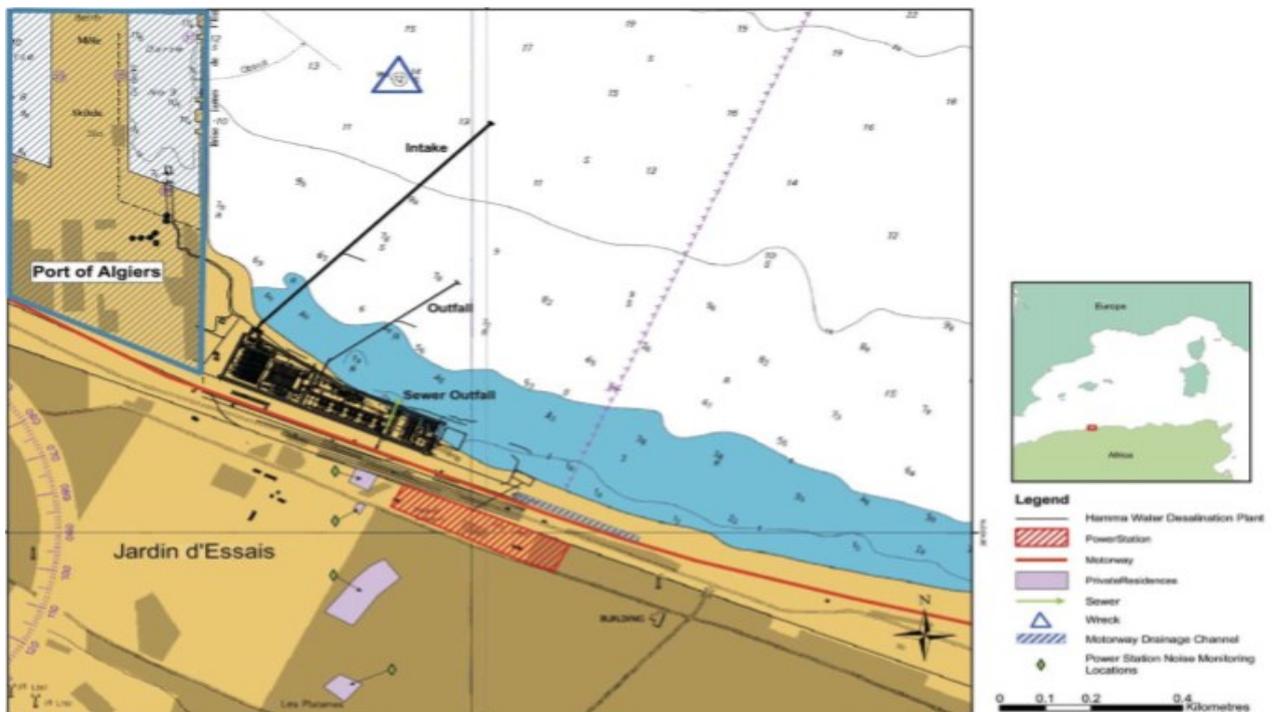
D'autres installations ont été mises en exploitation pour les besoins en eau de haute pureté nécessaire au processus des complexes de production de l'électricité (Cap Djinet à l'Est d'Alger) et l'industrie de liquéfaction (Arzew et Skikda). Il y a également quelques installations qui sont destinées, principalement dans le sud, à fournir de l'eau de qualité pour la consommation humaine dans les bases pétrolières.[1]

Sites	Nombre d'unités	Débit (m ³ /j)	Procédé	Mise en service
Skikda	1	1440	Flash	1971
Skikda	2	720	Flash	1971
Skikda	-	1440	Echangeurs d'ions	1971
Annaba	2	960	Echangeurs d'ions	1971
Annaba	2	3600	Echangeurs d'ions	1973
Ghazaouet	1	840	Echangeurs d'ions	1974
Arzew	6	3888	Électrodialyse	1975
Arzew	-	960	Echangeurs d'ions	1975
Hassimessaoud	6	1000	électrodialyse	1975
Hassimessaoud	2	110	électrodialyse	1976
Hassitouil	1	55	Électrodialyse	1977
Arzew	1	350	Thermo compression	1978
Annaba	3	14180	Multi flash	1978
Hassimessaoud	2	350	Electrodialyse	1978
Bel abbas	-	1500	Echangeurs d'ions	1978
Haoudberkaoui	1	55	Electrodialyse	1979
Hassimessaoud	2	300	Electrodialyse	1979
Rhoud el bague	1	25	Electrodialyse	1979
Arzew	1	960	Multi flash (5étages)	1979
Annaba	2	144	Echangeurs d'ions	1979
Annaba	2	576	Echangeurs d'ions	1979
Hassirmel	3	792	Osmose inverse	1979
Annaba	2	6240	Echangeurs d'ions	1980
Ghardaia	-	960	Osmose inverse	1980
Arzew	1	960	Multi flash(6étages)	1980
Mostaghanem	-	57600	Osmose inverse(6lignes)	1980
Rhoud el bague	1	300	Electrodialyse	1981
Biskra	2	864	Osmose inverse	1981

Tableau 1.1. Différentes installations existantes en Algérie. [2]

1.3 Sélection du site géographique

Figure 1.1 montre la zone du site dans les environs d'Alger. Le site était entouré d'une grande autoroute au sud, le littoral à la limite nord, avec des installations industrielles telles qu'une station de transfert de gaz à l'est et la principale zone portuaire à l'ouest. La zone en général était en état d'abandon et on pense que certaines parties du site proposé ont déjà été utilisées comme « jardins d'agrément ». La région était très délabrée avec le béton et la maçonnerie qui s'effondraient et les arbustes et arbres restants négligés. Le terrain lui-même a été récupéré en déversant des roches sur le rivage pour soutenir la construction des autoroutes et des jardins d'agrément.[3]



1.4 Les avantages de dessalement en Algérie

Le dessalement d'eau de mer est un moyen moderne pour avoir de l'eau. C'est l'une des techniques les plus utilisées pour permettre de produire de l'eau non conventionnelle afin de pouvoir pallier aux déficits constatés par rapport à la disponibilité de l'eau conventionnelle.

Voici les principaux avantages du procédé de dessalement :

- L'Algérie dispose d'un littoral de 1200 km.
- L'utilisation de l'eau de mer est une ressource pratiquement non polluante et inépuisable.

- La population ainsi que l'industrie à grande consommation d'eau se trouvent à proximité de la mer. [2]
- Le domaine de dessalement de l'eau de mer a connu ces dernières années une avancée technologique remarquable grâce au développement de différents procédés (l'osmose inverse). [2]
- Une importante demande en eau se situe à proximité de la côte ce qui réduit davantage les prix de revient d'eau.

L'un des grands avantages de dessalement d'eau de mer est la sécurisation de l'alimentation en eau (potable ou industrielle) des différents consommateurs, car cette ressource n'obéit pas aux aléas climatiques et elle permet donc de produire d'une manière permanente les quantités voulues, des quantités journalières qui dépassent les 200000 m³/j. [4]

1.5 Les différentes phases de la station de dessalement d'eau de mer

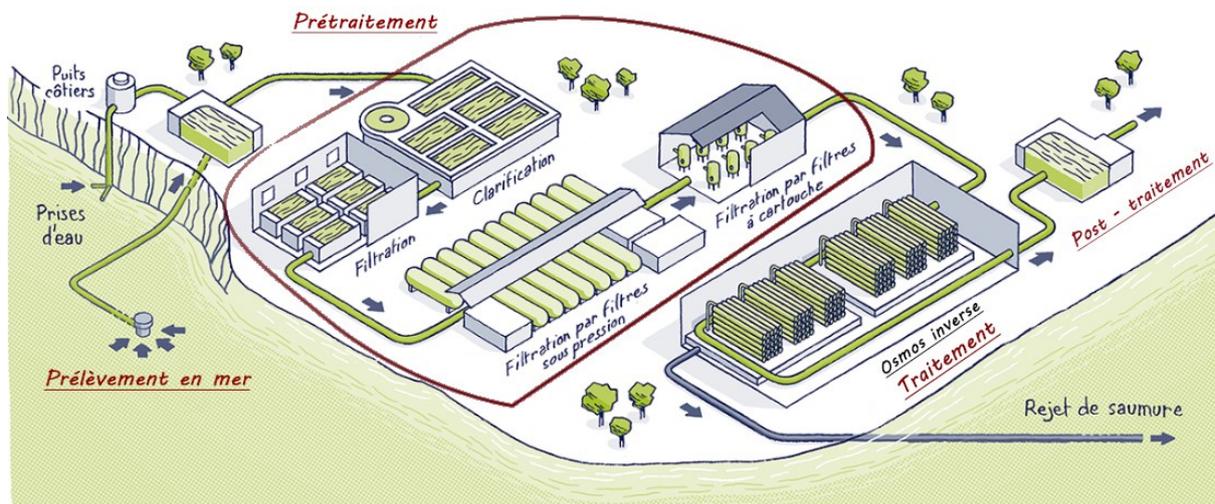


Figure 1.2. Les différents processus de la station de dessalement d'eau de mer.

1.5.1 Prélèvement en mer

Le processus début à partir de la mer, exactement par une prise d'eau par conduite sous marine. Le captage se fait par gravité à une profondeur de 10 mètres minimum via une conduite de 500 m entre la station et la prise d'eau, le matériau utilisé pour cette canalisation est le PEHD (polyéthylène haute densité). L'organe de prise est une tour équipée de crépine assurant une vitesse maximum en conduite de 0,2 m/s.

C'est le système que nous allons employer puisque notre usine aura une production journalière de 200 000 m³ [5]

1.5.2 Prétraitement

Le rôle principal du prétraitement de l'eau dessaler est de limiter l'encrassement et l'entartrage. L'étape de prétraitement est nécessaire pour maximiser la durée de vie et de fonctionnement des membranes, qui se trouvent au niveau du poste osmose inverse. Ce poste représente environ 10% de l'investissement total et 10% du prix final de l'eau.

Il nécessite une surveillance très stricte au risque de détruire irrémédiablement les membranes. [6]

Le prétraitement est basé sur les étapes suivantes :

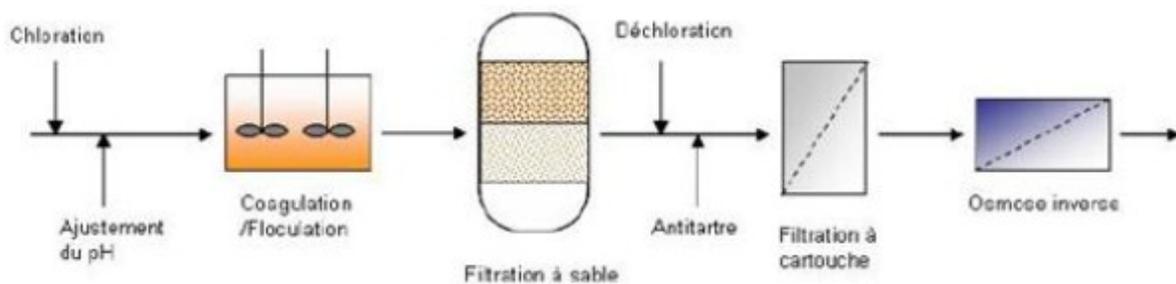


Figure 1.3. Les étapes de prétraitement.

a Pré filtration

Elle sert à éliminer les gros matériaux qui peuvent endommager les installations et diminuer l'efficacité globale du procédé de traitement.

b La chloration

Cette étape est nécessaire car elle va permettre de désinfecter et d'éviter la croissance biologique qui cause le colmatage de la membrane. Une concentration en chlore résiduel libre comprise entre 0.5 à 1mg/L doit être maintenue constante le long de la filière de prétraitement pour empêcher le colmatage de la membrane.

c Ajustement du pH

On ajoute de l'acide comme l'acide sulfurique (H_2SO_4) est ajouté pour empêcher l'entartrage par $CaCO_3$ (pas d'ion carbonate dans l'eau, on est à un pH inférieur au pka de cet acide faible)

1.6 La coagulation

La coagulation peut être accomplie par l'addition de sels inorganiques d'aluminium ou de fer. Ces sels inorganiques neutralisent la charge sur les particules provoquant une turbidité de l'eau brute, et s'hydrolysent également pour former des précipités insolubles, qui piègent

les particules. La coagulation peut également être effectuée par l'addition de polymères organiques solubles dans l'eau avec de nombreux sites ionisés pour la neutralisation de la charge des particules.

a Floculation

L'agglomération de particules déstabilisées en grosses particules, peut être améliorée par l'addition de polymères organiques hydrosolubles de haut poids moléculaire. Ces polymères augmentent la taille des floccs par liaison au site chargé et par pont moléculaire.

b Filtration sur sable mono ou multicouche

La filtration sur sable est utile pour éliminer les agglomérats produits lors de l'étape précédente de coagulation. La filtration sur sable bicouche est suffisante pour atteindre un SDI (silt density index : c'est un paramètre représentatif du potentiel de colmatage d'une eau saline d'alimentation dans un procédé d'osmose inverse. Il dépend de la quantité de particules mais également des autres composants colloïdaux) inférieur à 4 et éliminer efficacement des pigments algaux si le système est alimenté par une eau brute de faible qualité.

c Déchloration et antitartre

La déchloration peut soit être effectuée avant l'étape d'osmose inverse car le chlore résiduel peut détériorer les membranes d'OI. Les fournisseurs de membranes observent une dégradation de la membrane après des temps de contact compris entre 200 à 1000 heures avec une concentration en chlore résiduel libre de 1mg/L pour des membranes composites. La dégradation sera plus rapide dans le cas de solutions alcalines et de températures élevées.

d Filtration à cartouche

C'est l'ultime étape du prétraitement conventionnel. Il va rester des particules d'un diamètre supérieur à 5 µm qui présentent le risque d'endommager les membranes d'osmose inverse. On doit donc réaliser une filtration plus fine. La taille de maille choisie sera de 5 à 10 microns.[5]



Figure 1.4. Filtre à cartouche.

1.6.2 Traitement (l'osmose inverse)

a Principe de l'osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bars pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase. Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous, les molécules organiques de 10-7 mm de taille.



Figure 1.5. Dessalement d'eau de mer par osmose inverse.

L'osmose est un mécanisme naturel d'échange présent dans tous les organismes vivants au niveau des cellules. Sous l'effet d'un écart de concentration, les molécules diffusent des régions les plus concentrées vers les moins concentrées, y compris à travers de fines membranes, comme celles des cellules, si leur nature physico-chimique le permet. Si ce n'est

pas le cas, c'est l'eau qui va migrer à travers la membrane pour diluer la zone concentrée et équilibrer les concentrations. A l'équilibre, la différence de pression est appelée pression osmotique. (Figure 1.6).

L'osmose inverse, qui est au contraire un procédé de séparation, est exactement le phénomène inverse : en appliquant une pression suffisante, on force l'eau à quitter la zone concentrée pour rejoindre la zone à faible concentration.

La membrane séparatrice doit bien évidemment avoir la capacité de laisser passer les molécules d'eau tout en arrêtant le sel. La pression à exercer dépend de la concentration en sel et sert à empêcher l'eau pure de retourner diluer l'eau salée...par phénomène d'osmose. On comprend aisément que la pression minimale à appliquer est au moins égale à la pression osmotique, qui correspond juste à l'état d'équilibre. Si on considère l'eau de mer, la valeur de la pression osmotique est environ $29 \cdot 10^5$ Pascals (Pa), soit près de 30 fois la pression atmosphérique. Pratiquement, pour obtenir un flux significatif et vaincre la pression osmotique qui augmente au fur et à mesure que l'eau est extraite, la pression de travail varie entre 60 et $70 \cdot 10^5$ Pa. [7].

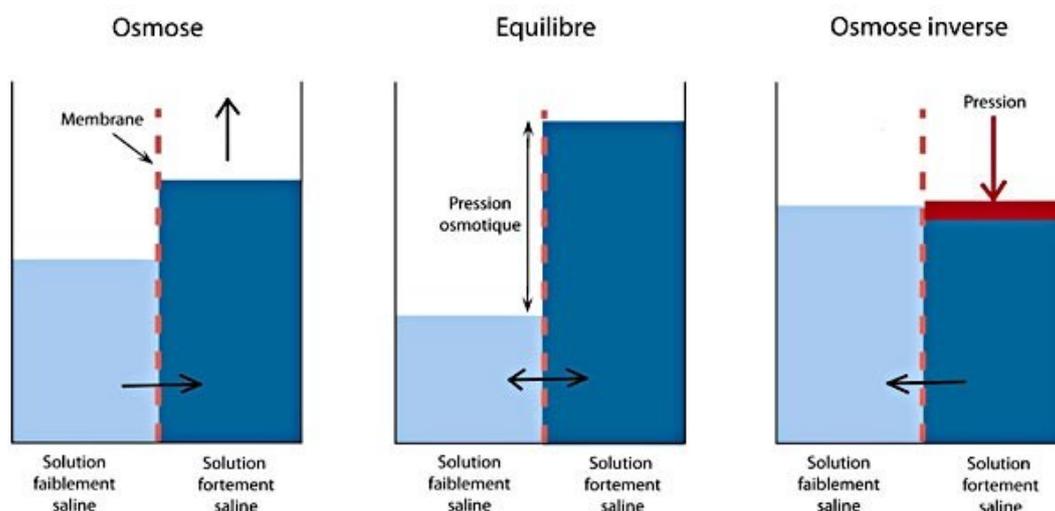


Figure 1.6. Principe de l'osmose inverse.

b Membrane d'osmose inverse

Les membranes d'osmose inverse sont des membranes artificielles poreuses, Les matériaux utilisées pour leur fabrication sont de nature organique (polymères de deux classes, à savoir les acétates de cellulose et les polyamides) ou minérale. Généralement, ces membranes sont constituées d'une couche mince, ou couche active, ou encore peau, de faible épaisseur, comprise entre $0,1$ et $1,5 \mu\text{m}$ - comportant des micropores : c'est la partie sélective de la

membrane. Cette couche active est supportée par une ou plusieurs couches, à la fois plus poreuses et mécaniquement plus résistantes.

Du fait de leur nature organique, les membranes doivent être utilisées dans des conditions assez restreintes (PH entre 2 et 11, température maximale de 50 °C).

Pratiquement, les membranes sont assemblées sous forme de modules regroupant généralement plusieurs membranes. En osmose inverse, les modules spiralés sont majoritairement employés ainsi que les fibres creuses. [8]

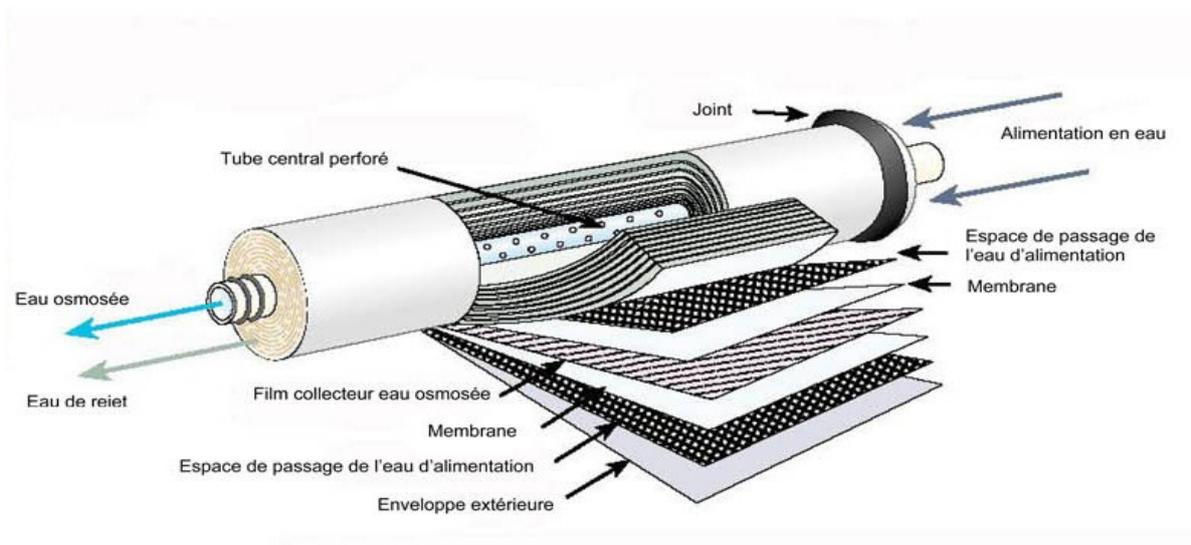


Figure 1.7. Membranes d'osmose inverse.

c Le type de membrane utilisé

Il y a différents types de modules d'osmose inverse, qui sont utilisés pour les procédés d'osmoses inverses, et dans notre cas sont :

d Module spirale

Les membranes en spirale sont constituées de deux couches de membranes. Ces membranes sont enroulées autour d'un drain central permettant de récupérer l'eau dessalée (permeate).

De ce fait la densité de l'ensemble est plus élevée. Les membranes spiralées sont uniquement utilisées pour les applications de nano filtration et d'osmose inverse. [34]

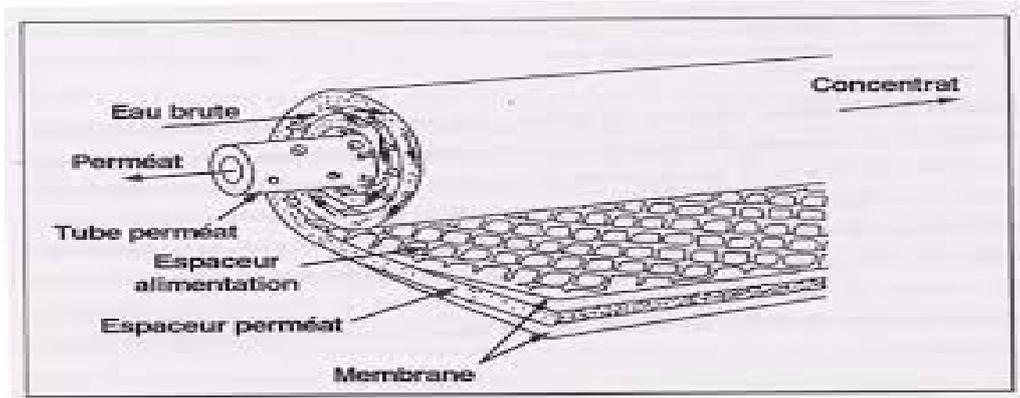


Figure 1.8 Membrane d'un module spirale.

1.6.3 Post-traitement



Figure 1.9 Equipement de stockage et de dosage de la chaux.

Dans le cas général l'analyse type per méat a permis de constater que :

- Le per méat est une eau très agressive ; c'est aussi une eau très corrosive étant donné la concentration élevée en chlorures et en sulfate, par apport aux bicarbonates.

De ce procédé, on en déduit que :

- La minéralisation doit être corrigée pour obtenir une eau apte à la distribution, c'est-à-dire agréable à boire, non agressive et non corrosive ;
- L'équilibre calco-carbonique doit être atteint.

a Correction de pH

Il faut d'abord rappeler ; pour mémoire ; qu'il est parfois possible de corriger le pH par des procédés physique d'échange gaz-liquide (en particulier pour l'élimination du gaz carbonique) et qu'on ne considère ici que les cas où on réalise une réaction chimique dans l'eau à traiter.

b Reminéralisations

Ce traitement s'applique quand il y a lieu de donner à une eau trop dessalée (douce) une certaine teneur en bicarbonate de calcium, c'est-à-dire un titre alcalimétrique complet (TAC) et une dureté totale (TH) calcique suffisant pour qu'elle soit apte à être bue et capable déposer une couche protectrice carbonatée sur une conduite de fonte ou d'acier non revêtue.

Pour obtenir le TAC et le TH recommandés, plusieurs moyens sont possibles :

- Gaz carbonique et chaux.
- Carbonate de calcium.

Le plus souvent, on utilise du gaz carbonique et la chaux (préparée dans un saturateur).

Il faut par degré TAC ajouter 8,8g de CO₂ plus 5,5g de CaO par m³ d'eau. Le gaz carbonique peut être prélevé sur l'échappement de moteur ou dans une cheminée, et levé dans une colonne à ruissellement d'eau avant être envoyé par des supprimeurs dans l'eau à traiter. Des brûleurs immergés peuvent assurer la combustion d'un hydrocarbure liquide ou gaz eux au sein du même liquide.

L'emploi de CO₂ liquide commercial permet d'assurer d'une meilleure pureté du produit.

L'injection de chaux peut être remplacée par une filtration sur « Neutralité » ; dans ce cas la consommation de gaz carbonique est nettement réduite (environ 5g/m³ par degré de reminéralisations).

c La désinfection

Bien que l'eau dessalée soit d'une qualité bactériologique excellente, il est nécessaire de le désinfecter avant distribution, pour protéger l'eau contre toute pollution ultérieure lors de son stockage et de sa distribution.

La désinfection permet également :

- De pallier à toute fuite au niveau des membranes, qui pourrait apporter des éléments indésirables (bactéries, virus) ;
- D'oxyder les polluants pouvant être apportés par l'injection des solutions de produits de post-traitements.

La désinfection est assurée par injection de chlore sous forme d'hypochlorite de sodium ou d'une solution d'hypochlorite de calcium.[9]

1.6.4 Production

L'eau est ensuite refoulée vers des réservoirs de production de 5 000 m³ d'où elle est refoulée dans le système externe de l'ADE. De là, trois pompes (une reste en stand-by) permettent d'évacuer vers les bassins de l'ADE qui se trouvent à Harcha, Kouba et Garidi. Il convient de préciser qu'on aspire 500 000 m³ d'eau de mer et on fait le dessalement de 200 000 m³, le reste est rejeté dans la mer.

Chapitre 2 Structure et Fonctionnement de l'unité d'évaporation du Co2 Alimentaire

2.1 Introduction

Les évaporateurs sont des échangeurs thermiques qui interviennent dans de nombreux secteurs d'activités humaines. Dans la plupart de ces activités, le transfert de chaleur doit s'effectuer sans altération des milieux intervenant dans le transfert thermique. L'utilisation d'équipements spécifiques d'échange est alors nécessaire. Ces équipements sont connus sous la dénomination d'échangeurs de chaleur. Ce sont des systèmes thermodynamiques présents dans toutes les unités industrielles dans lesquelles interviennent les processus d'extraction de chaleur afin d'inverser la proportion vapeur/liquide pour avoir finalement en sortie d'évaporateur que de la vapeur qui sera aspiré par le compresseur.

Dans ce chapitre nous allons d'abord présenter le processus d'évaporation du Co2 alimentaire, ensuite nous donnerons une description sur les différents éléments constituant cette unité.

2.2 Description sur Processus du projet

Après le traitement de l'eau de mer par osmose inverse qui consiste à éliminer non seulement les contaminants présents dans cette eau, mais également les minéraux, on obtient de l'eau dessalée qui devrait passer par la reminéralisation afin d'aboutir une eau potable ceci nécessite l'injection du dioxyde de carbone alimentaire à l'eau dessalée pour la dissolution du carbonate bicarbonate dans l'eau dessalée afin d'obtenir une eau conventionnel riche en sels minéraux.

Notre étude se base sur le processus de l'évaporation du dioxyde de carbone alimentaire produit ou stocker dans un réservoir cryogénique avant son injection dans la phase reminéralisation. Le système de ce processus comprend un double circuit, réchauffement à l'eau ambiante et une station de réduction de pression.

Pour le premier circuit qui consiste l'injection de dioxyde de carbone alimentaire froid (-40°C) dans un échangeur thermique en acier inoxydable par le bas et en faisant circuler

l'eau ambiante (+15°C) qui pénètre par le haut pour le changement thermique afin d'éviter **le phénomène de givrage** du dioxyde de carbone alimentaire.

Ensuite, concernant le deuxième circuit qui contient un réducteur de pression est installer en aval de l'évaporateur sur la conduite du dioxyde de carbone alimentaire, ce dernier passe par une soupape de sécurité avec une pression de **17 Bar** afficher sur un manomètre, qui doit passer par un détendeur (régulateur de pression) pour diminuer la pression jusqu'à **4 Bar** qui est la pression souhaitable, contrôler sur un second manomètre, et fini par une deuxième soupape de sécurité pour éviter l'endommagement des instruments causé par la surpression. Pour acheminer à un débitmètre massique Coriolis pour le suivie de débit recommander de 8 à 10 m³/h qu'est contrôler par une vanne régulatrice qui reçoit des instructions et transmet les données à la salle de contrôle qui rendre le système semi-automatique.



Figure 2.1. Evaporateur du Co2 alimentaire.

a Description du CO2

Le dioxyde de carbone est un gaz incolore, inodore, ininflammable et légèrement acide. Il est utilisé dans les applications de traitement de l'eau et des eaux usées pour le contrôle du pH et pour la reminéralisation de l'eau traitée par osmose inverse. Pour le contrôle du pH, le dioxyde de carbone est un substitut d'acide minéral moins susceptible de surdosage et plus sûr à manipuler. Le dioxyde de carbone peut également être fourni sous forme de liquide cryogénique avec un point d'ébullition à -70 °F (-57 °C). [35]

Le CO2 peut exister sous trois formes:

- sous forme gazeuse: pour les industries des boissons et de l'alimentation
- sous forme liquide: dans un réservoir de stockage sous pression

- sous forme solide: appelée neige carbonique (pour le refroidissement, le dynamitage, etc.

2.2.2 CO2 gazeux

Le CO2 gazeux peut être liquéfié sous pression à condition que sa température soit inférieure à 31 ° C (87,8 ° F), cette température étant appelée POINT CRITIQUE. S'il est comprimé et refroidi en dessous du point critique, il se forme un fluide incolore, ayant à peu près la même densité que l'eau.

a CO2 liquide

Dans une plage de température comprise entre -56,6 ° C (-69,88 ° F) et 31 ° C (87,8 ° F) et une pression supérieure à 5,2 bars et inférieure à 74 bars (respectivement 1,02,28 psi), le CO2 est à l'état liquide sauf aux très hautes pressions. Cela signifie qu'en dessous de 5,2 bars, le CO2 n'existe qu'à l'état solide ou gazeux. À 5,2 bars (754,20 psi) et à - 56,6 ° C (- 69,88 ° F), les trois états (solide, liquide et gazeux) sont présents. C'est ce qu'on appelle le triple point.

2.2.3 CO2 solide (généralement appelé «DRY ICE»)

Au-dessous du point triple (5,18 bars, - 56,6 ° C), le CO2 ne peut apparaître qu'à l'état solide et gazeux. La neige carbonique est l'appellation commerciale courante du CO2 solide. À la pression atmosphérique, il a une température d'env. -79 ° C (-110,2 ° F). [36]

2.3 Les parties Indispensables du processus

Notre projet se compose de 02 parties indispensables :

Stockage du Co2 alimentaire liquide dans un réservoir.

Evaporation du Co2 alimentaire et régulation du débit recommandé.

2.3.1 Stockage du Co2 alimentaire liquide dans un réservoir

a Description technique du stockage du co2 alimentaire

Le Co2 alimentaire est produit selon un processus de production de 250 Kg/h s'entrepose dans un réservoir cryogénique 'T8003' qui a les caractéristiques suivantes :

Type : Cryogénique – Horizontal.

Capacité Nette : 42 tonnes (85% qui remplissent).

Pression de service : 18 Bar.

Pression de Projet : 23 bar + vide.

Température de service : -27°C.

Température de projet : -80 / +50 °C. [10]

b Description de l'automatisation

Le réservoir 'T8003' est équipé d'un transmetteur de niveau 'LT807' qui permet le contrôle du seuil de haut niveau 'LSH807'.

Le réservoir est aussi équipé d'un système de pesage 'WI813' en tonnes pour assurer la quantité suffisante du Co2 alimentaire avec présence des alarmes 'WSH813' dans le cas de réservoir plein ou 'WSL813' s'active lorsque poids bas (réservoir vide).

Quand les deux alarmes 'WSH813' et 'LSH807' sont activées, la production du Co2 alimentaire s'arrête (réservoir plein).

Ainsi, il est aussi équipée d'un interrupteur de pression 'PSH803' ouvre automatiquement la valve d'évacuation 'SV824K', quand une haute pression est révélée.

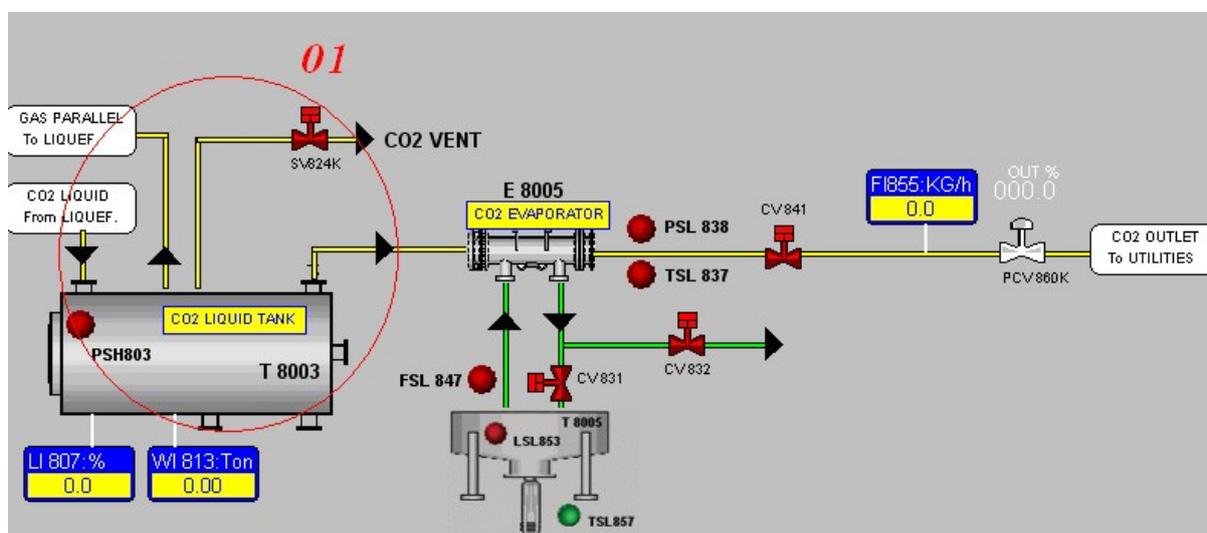


Figure 2.2. Partie stockage Co2 alimentaire.

c Opérations normales

Article	Information	Opération normale
Pression dans le réservoir	PI est sur le panneau	Pmin : 10 bars

		Pnormal : 14 bars. Pmax : 18 bars.
Isolement du réservoir	Visuel	Aucune glace sur la calandre

Tableau 2.1. Tableau des opérations normales. [11]

d Liste des alarmes

Sécurité	Action	Instrument
Réservoir de Co2 liquide plein	Alarme + arrêt du compresseur Co2	WSH813 + LSH807 Active
Réservoir de Co2 vide	Alarme	WSL813
Haute pression du Co2 dans le réservoir	Alarme + vanne d'évacuation ouverte	PSH803 & SV824K

Tableau 2.2. La liste des alarmes de la 1ere partie.

2.3.2 Evaporation du Co2 alimentaire

a Description technique d'évaporation du co2 alimentaire

Depuis le réservoir, une quantité voulue de co2 alimentaire froid (-40°C) passe par l'évaporateur, ce dernier reçoit au même temps eau ambiante pour changement thermique et qui se caractérise par :

Capacité : 300 Kg/h max.

Pression de projet : 20bar.

Pression de service : 9-10 bars minimum.

Température de service : -24 à -30°C.

Température de l'eau : +15°C. [12]

b Description de l'automatisation

Comme mesure de sécurité, un interrupteur de basse température 'TSL837', installé sur le tube de sortie du Co2, commande la fermeture de la valve pneumatique CV841K, quand la température à l'issue descend au-dessous du point d'ajustage. En outre, un interrupteur de

basse pression 'PSL838' a aussi été installé, pour éviter qu'une évaporation de basse pression ne cause **la formation de glace sèche**.

L'évaporateur chauffé à l'eau est équipé d'un interrupteur de bas débit 'FSL847' à l'entrée de l'eau : si une perte d'eau se produit, l'évaporateur est arrêté afin d'éviter **la formation de glace**.

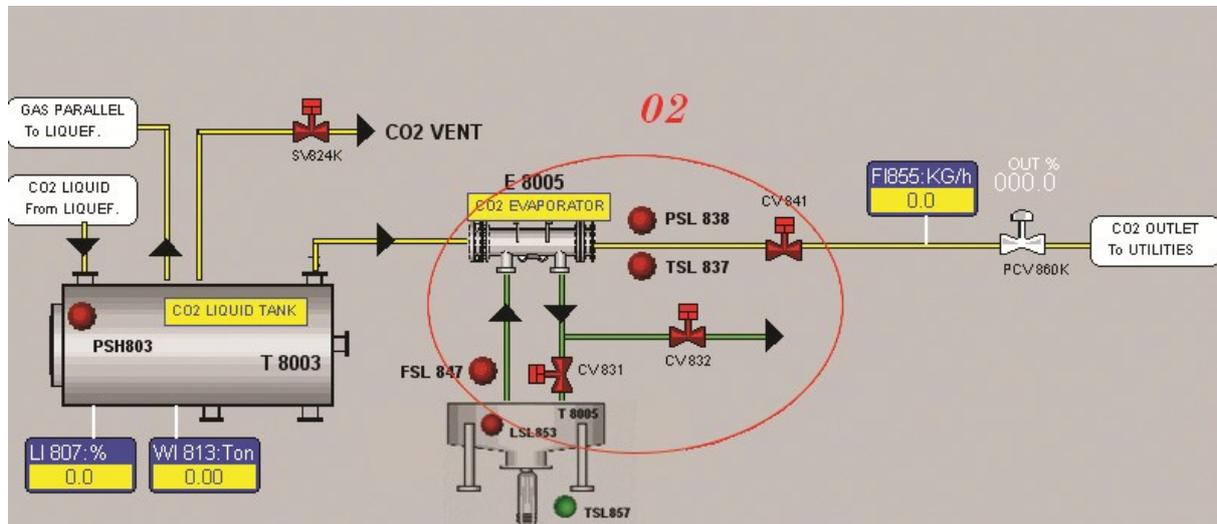


Figure 2.3. Partie évaporation du Co2 alimentaire

c Liste des alarmes

Sécurité	Action	instrument
Basse température du Co2	Alarme, CV841K se ferme	T = 5°C.
Basse pression du Co2	Alarme, CV841K se ferme	P = 7 Bars.
Interrupteur de bas débit de l'eau chauffante	Alarme, CV841K se ferme	F = aucun flux.

Tableau 2.3. Liste des alarmes de la 2eme partie. [12]

2.4 Objectifs spécifiques de la présente étude

Les objectifs principaux du présent mémoire c'est d'élaborer une étude sur le fonctionnement de l'évaporateur du Co2 alimentaire ainsi de trouver des solutions pour le phénomène de givrage du co2 alimentaire ou formation de glace sèche.

Et pour éviter ce phénomène une vanne est rajoutée à la sortie du réservoir 'T8003' afin de stopper la circulation du Co2 alimentaire dans le cas d'une anomalie et pour qu'il ne gèle

pas dans la tuyauterie qui pourrait entrainer l'arrêt de la production dans la station avec une grande perte.

Ainsi, alimenter l'unité par un réservoir 'T8005' de stockage d'eau afin de la réutiliser pour éviter le gaspillage de l'eau qui contient aussi un indicateur (voyant) LSL853.

Cet indicateur "LSL853" déclenche une alarme dans le cas où le plan d'eau arrive au niveau bas dans le réservoir 'T8005' utilisé pour changement thermique avec Switch entre les deux vannes (CV832 et CV831) par rapport aux niveaux du réservoir 'T8005'.

Alimenter le réservoir de stockage d'eau 'T8005' par une résistance afin de réchauffer l'eau ambiante dans le cas où sa température diminue au-dessous de (5°C) qui provoquera un mauvais changement thermique entraînant le phénomène de givrage, donc la résistance s'allume pour éviter tout cela surtout dans la période hivernale.

La résistance est alimentée par un voyant pour indiquer l'état de la température de l'eau 'TSL857' avec déclenchement d'une alarme qui sera détectée attentivement sur la vue des alarmes.

2.5 Les différents instruments d'un système d'évaporation du Co2 alimentaire

2.5.1 Réservoirs cryogéniques ou isolants

- Le réservoir cryogénique caractérise par une double paroi avec vide et perlite dans la chemise ou par une isolation avec revêtement en polyuréthane et aluminium. Il peut être en exécution horizontale ou verticale avec température de calcul -80 / +50 ° C, stockage de 10 à 300 tonnes, cellules de charge plus émetteur de poids et équipé par un système de contrôle de pression autorégulant.
- Il offre des solutions de gestion et de contrôle innovantes pour un maximum de performances et de fiabilité. [13]

2.5.2 Echangeur thermique

Un échangeur de chaleur est un système qui permet d'échanger la chaleur entre deux fluides ou plus. Dans un échangeur thermique, le fluide chaud et le fluide froid sont séparés par une paroi bien adaptée et par principe la transmission de la chaleur se fait du fluide chaud vers le fluide froid.

a Son Type de contact

Échangeurs à contact indirect : les deux fluides s'écoulent dans des espaces séparés par une paroi.

b Classement suivant les types d'échange

Échangeur avec changement de phase: Le fluide secondaire se vaporise en recevant de la chaleur du fluide primaire, lequel ne subit pas de changement d'état. Ils sont appelés évaporateurs.

c Classement suivant la disposition des écoulements

Dans cet échangeur à fluide séparés, son mode de circulation des fluides est rangé en :

f Sens contraire « contre-courant » [14]

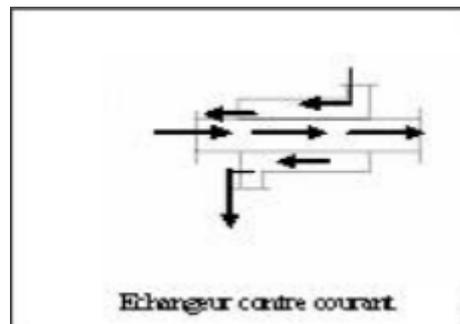


Figure 2.4. Principe de fonctionnement de l'échangeur thermique.

2.5.3 Le manomètre à tube de Bourdon

Le tube de Bourdon est brasé, soudé ou vissé avec le support de tube qui forme généralement une pièce complète avec le raccord. Par l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur du tube. La partie mobile finale du tube se déplace lors de changement de pression (effet Bourdon). Ce déplacement qui est proportionnel à la pression à mesurer, est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier. [37]

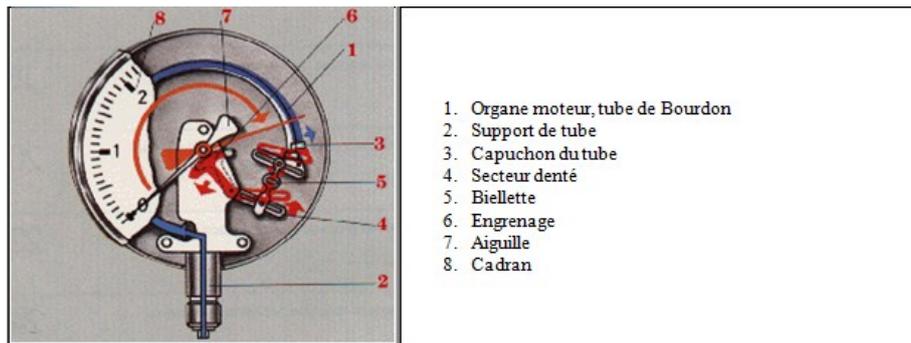


Figure 2.5. Manomètre à tube de Bourdon.

2.5.4 Débitmètre massique Coriolis Proline Promass40^E

Si une masse en mouvement est mise en vibration perpendiculairement au sens d'écoulement, cela génère des forces de Coriolis (en fonction du débit massique). Dans le cas d'un débitmètre massique Coriolis, ce sont les tubes de mesure qui sont en vibration. Si un fluide (= masse) traverse ces tubes de mesure, cela génère des forces de Coriolis. La géométrie des vibrations de tube ainsi modifiée est mesurée à l'aide de capteurs à l'entrée et à la sortie comme différence de phase, et exploitée par le système de mesure qui en déduit le débit massique. La fréquence de résonance des tubes de mesure est, quant à elle, directement proportionnelle à la masse volumique du fluide. [37]

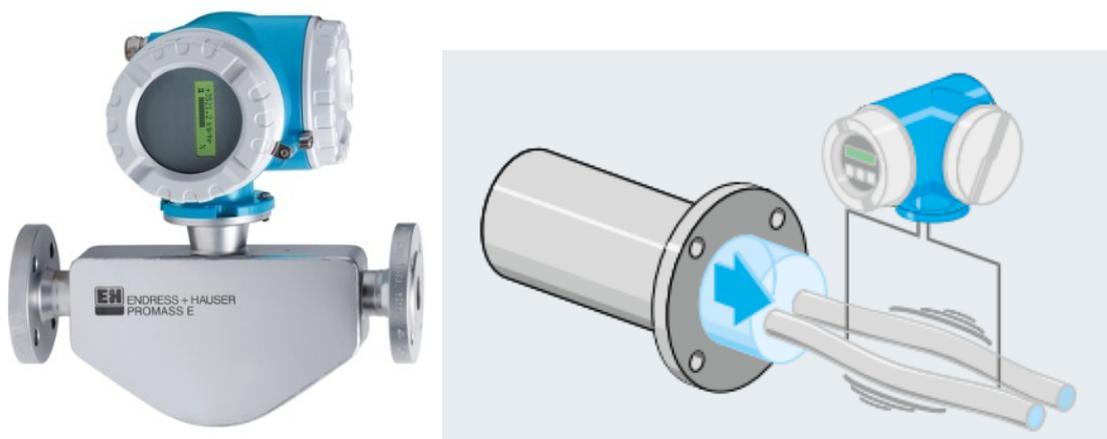


Figure 2.6. Débitmètre massique Coriolis.

2.5.5 Vanne de régulation

C'est un organe réglant qui permet de contrôler de façon progressive le débit d'un fluide, le signal de commande provenant du système de contrôle du processus. Une vanne de régulation est constituée de trois parties ; le corps où circule le débit du fluide à contrôler, le servomoteur où s'exerce la commande, et l'arcade reliant ces parties. [16]

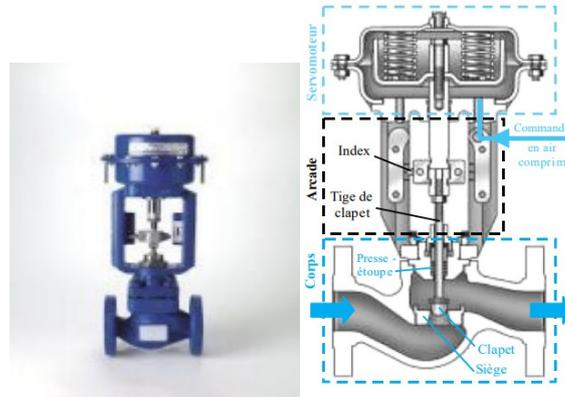


Figure 2.7. Vanne de régulation.

a PID " Proportionnel Intégral Dérivé "

C'est un organe de contrôle permettant d'effectuer une régulation en boucle fermée d'un système industriel. C'est le régulateur le plus utilisé dans l'industrie, et il permet de contrôler un grand nombre de procédés. L'erreur observée est la différence entre la consigne et la mesure. Le PID permet 3 actions en fonction de cette erreur : Une action Proportionnelle : l'erreur est multipliée par un gain G Une action Intégrale : l'erreur est intégrée sur un intervalle de temps s , puis divisée par un gain T_i Une action Dérivée : l'erreur est dérivée suivant un temps s , puis multipliée par un gain T_d . [17]

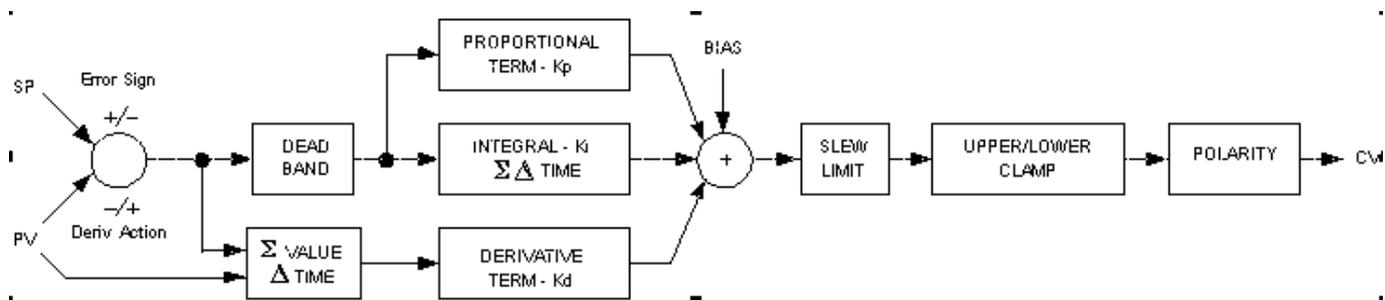


Figure 2.8. Boucle de régulation PID.

2.5.6 Détendeur (R123 - R123 / 34 EN LAITON)

Régulateur de pression pour entrer jusqu'à 50 bar (725 psi) dans la version standard, et la pression de sortie, jusqu'à 15 bar (217 psi), est contrôlée par un diaphragme en caoutchouc avec les pressions de sortie supérieures sont contrôlées par le piston, vanne principale équilibrée.

Ports de connexion sont :

R123 1 "-F et R123 / 34 3/4" -F

-La pression d'entrée est raccordée au côté gauche en tournant la commande dans le sens des aiguilles d'une montre, le ressort est comprimé, ceci définit la valeur mesuré sur manomètre.

-Le clapé de régulation est alors pressé vers le bas et le système est alors passant, la comprimé circule de l'entrée vers l'orifice de sortie.

-La pression de sortie repousse le diaphragme et lorsque la pression atteinte la consigne, le clapé se referme, si la pression de sortie devient supérieure à la valeur de consigne, le diaphragme s'éloigne du poussoir qui forme ainsi une soupape de décompression d'air en excédent que donc s'échappé. [38]



Figure 2.9. Détendeur.

2.5.7 La soupape de sécurité

La soupape de sûreté est un élément essentiel des installations sous pression qui a pour fonction la protection ultime des opérateurs et des installations contre les dommages (fissuration, fuite ou explosion) en cas de surpression interne. Elle est conçue pour ouvrir afin de soulager une pression excessive puis fermer une fois la pression redevient à l'énorme. [39]



Figure 2.10. Soupape de sécurité.

2.5.8 Pt100

La sonde PT100 permet de mesurer le changement de résistivité d'un filament de platine enroulé autour d'une tige de verre. Les sondes PT100 ont une valeur de résistivité de 100 ohms pour 0°C. La variation de résistivité est environ 0.5 ohms/° , avec une précision de +/- 0.3° de même il est a noté qu'une sonde PT100 n'est plus représentative de la température au-dessus de 100°C. [40]



Figure 2.11. Pt100.

2.6 Conclusion

L'analyse et la compréhension d'un processus représente une phase importante pour l'étude et la gestion d'un système à automatiser. Cela nous permet de bien remédier à la problématique et de bien satisfaire les objectifs exigés par le cahier des charges, ce qui nous facilitera la tâche pour l'élaboration de leur commande qui sera traitée dans le chapitre 3 et 4.

Chapitre 3 Automates programmables et logiciels

associés

3.1 Introduction

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initial a une situation finale se fait sans intervention humaine, et que ce comportement est répétitif chaque fois que les conditions qui caractérisent la situation initiale sont remplies. L'automatisation conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats et évite à l'homme des tâches pénibles et répétitives.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables GE Fanuc à structures modulaire essentiellement le R3xi et du logiciel associé Proficy Machine GE.

3.2 Les systèmes automatisés

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC), et d'une partie opérative (PO). Pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à la partie (PC), celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécuté par la (PO).

Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC (compte -rendu) qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

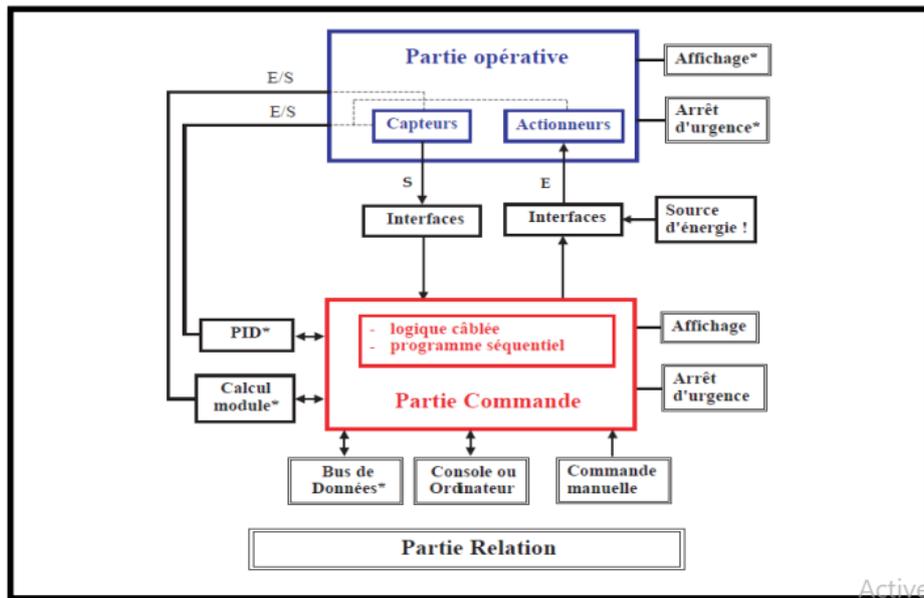


Figure 3.1. Structure d'un système automatisé.

a La partie opérative (PO)

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé, elle est généralement composée d'un ordinateur qui contient dans ses mémoires un programme. Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient.
- Des informations reçues par les capteurs.
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

b La partie commande (PC)

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même Partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs.

Elle comporte en générale un boîtier (appelé aussi bâti) contenant :

- Des actionneurs (transformant l'énergie reçue en énergie utile : moteur, vérin, lampe).
- Des capteurs (transforment la variation des grandeurs physiques liée au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques : capteur de position, de température, bouton poussoir).

c La partie relation (PR)

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence,

marche automatique, etc... . L'outil de description s'appelle le Guide d'Etudes des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA). Les outils graphiques, que sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance. [18]

3.3 Les automates programmables

3.3.1 Définition de l'automate programmable

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

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (Température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc...). Enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

3.3.2 Traitement du programme automate

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire [19]

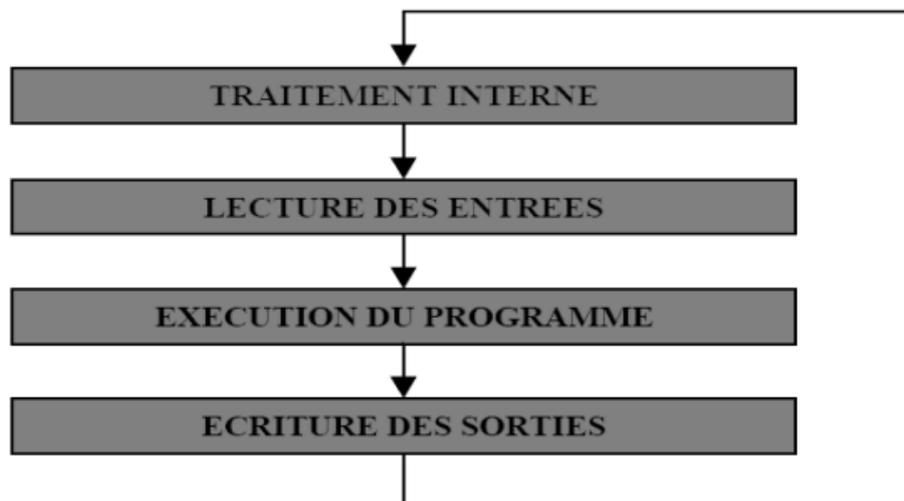


Figure 3.2. Fonctionnement cyclique d'un automate.

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme RX3i de GE Fanuc. Le CPU RX3i fait partie de la famille d'automates programmables industriels, peut être utilisée pour contrôler en temps réel les machines, les processus et les systèmes de manutention. Le CPU communique avec le programmeur et les appareils IHM via un port série. Il communique avec les modules d'option et d'entrées/sorties intelligentes via un double bus de fond de panier offrant:

- Fond de panier PCI haute vitesse pour un débit rapide des nouvelles E/S avancées.

3.4 Généralité sur l'automate RX3i de Ge Fanuc

3.4.1 Caractéristiques du CPU RX3i

- Contient 10 Mo de mémoire utilisateur sauvegardée par batterie et 10 Mo de mémoire utilisateur flash non volatile.
- Données configurables et mémoire de programme.
- Programmation en schéma à contacts, texte structuré, diagramme de bloc fonctionnel et en langage C.
- Micro logiciel pouvant être mis à niveau dans le système.
- Deux ports série: un port série RS-485 et un port série RS-232.
- Communications Ethernet via le module d'interface Ethernet basé sur un rack (IC695ETM001). [20]

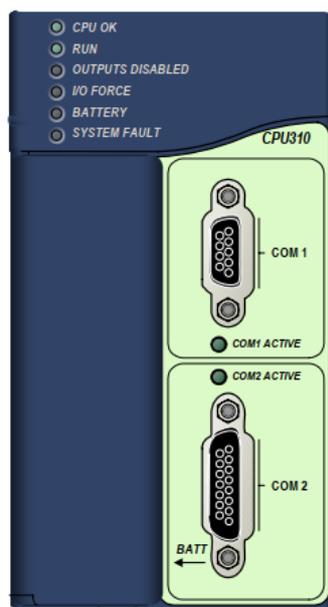


Figure 3.3. L'Automate Ge Fanuc RX3i.

3.4.2 Fonctionnement, protection et statut du module

Le fonctionnement de ce module peut être contrôlé par le commutateur RUN / STOP à trois positions ou à distance par un programmeur et un logiciel de programmation connectés. Les données de programme et de configuration peuvent être verrouillées par des mots de passe logiciels. L'état de le CPU est indiqué par les huit voyants de le CPU situés à l'avant du module.

3.4.3 Batterie

Une batterie au lithium à trois cellules est installée comme indiqué dans la figure ci-dessous. La batterie conserve la mémoire de programme et de données lorsque l'alimentation est coupée et fait fonctionner l'horloge du calendrier.

Pour éviter toute perte du contenu de la mémoire RAM, les procédures de maintenance de routine doivent inclure le remplacement programmé du bloc-batterie au lithium du processeur.

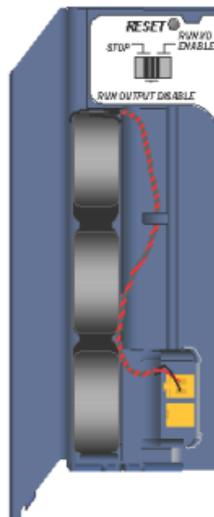


Figure 3.4. Batterie de secours.

3.4.4 Stockage de micro logiciel dans la mémoire flash

Ce processeur utilise une mémoire flash non volatile pour stocker le microprogramme du système d'exploitation. Cela permet de mettre à jour le microprogramme sans désassembler le module ni remplacer les EPROM. Le micro logiciel du système d'exploitation est mis à jour en connectant un ordinateur compatible PC au port série RS-232 du module et en exécutant le logiciel fourni avec le kit de mise à niveau du micro logiciel. [21]

3.5 Connexion du programmeur

Le programmeur peut communiquer avec le CPU via le port série 1, le port série 2 ou l'interface Ethernet basée sur un rack. Si on connecte le programmeur via un réseau Ethernet TCP / IP, on aurait besoin d'un câble Ethernet standard CAT5 avec connecteurs RJ-45. Avant de connecter le programmeur et le RX3i au réseau Ethernet TCP / IP, on doit définir l'adresse IP à l'aide de l'outil logiciel Adresse IP initiale. Après avoir défini l'adresse IP, on connecte le RX3i et l'ordinateur exécutant le logiciel de programmation à l'interface Ethernet.

3.5.1 Ports série

Le CPU dispose de deux ports série indépendants intégrés, accessibles par des connecteurs situés à l'avant du module. Ces ports fournissent des interfaces série à des périphériques externes.

a Longueurs de câble série et blindage

La connexion d'un port série COM1 du CPU au port série d'un ordinateur ou d'un autre périphérique série nécessite un câble série. Les longueurs de câble maximales (longueur totale entre le CPU et le dernier périphérique connecté au câble série) sont les suivantes:

- Port 1 (RS-232) - Câble blindé de 15 mètres (50 ft.) optionnel.
- Port 2 (RS-485) - Câble blindé de 1 200 mètres (4000 ft.) Champs obligatoires.

b Port 1

Le port 1 (COM1) est compatible RS-232. Il possède un connecteur D-sub femelle à 9 broches avec une broche standard. Il s'agit d'un port ECD (équipement de communication de données) qui permet à un simple câble direct de se connecter à un port RS-232 standard. Le voyant actif COM1 indique l'état de l'activité du port série. [22]

c Port 2

Le port 2 (COM2) est compatible RS-485. Le port 2 a un connecteur D-sub femelle à 15 broches. Ceci est un port ECD. Le voyant actif COM2 indique l'état de l'activité du port série.

3.5.2 Configuration

Le CPU et le système d'E / S RX3i sont configurés avec le logiciel de programmation Machine Edition PLC-Logic Développeur. Le CPU vérifie la configuration réelle du module et du rack à

la mise sous tension et périodiquement pendant le fonctionnement. La configuration réelle doit être identique à la configuration programmée. Les écarts sont signalés à la fonction de processeur d'alarme de le CPU pour la réponse aux pannes configurée. [23]

3.6 Racks et alimentation

Dans notre projet le système RX3i comprend un rack universel avec 12 emplacements.

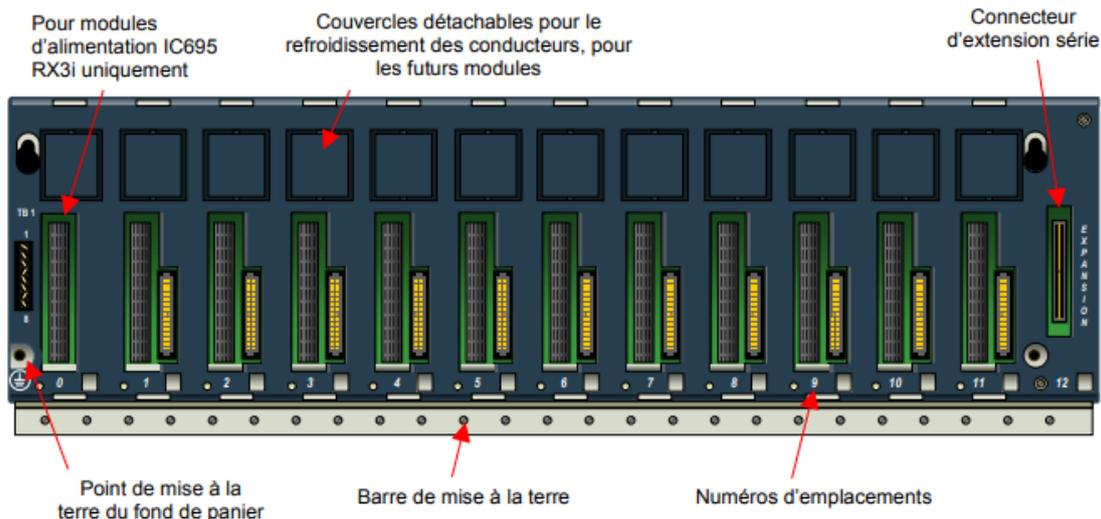


Figure 3.5. Le rack universel de l'automate programmable industriel Ge Fanuc.

3.6.1 Emplacements des modules dans un rack universel

Les modules d'E/S et les modules optionnels peuvent être installés dans n'importe quel emplacement libre, à l'exception de l'emplacement 0, qui n'est conçu que pour recevoir les modules d'alimentation, et dans l'emplacement d'extension. [24]

3.7 Module d'alimentation 120/240 Vac ou 125 Vcc, 40 Watts

Le module est un module d'alimentation 40 Watts qui fonctionne à partir d'une source de tension d'entrée de 85 à 264 Vac ou de 100 à 300 Vcc. Un seul module peut être utilisé dans un rack universel. Il occupe deux emplacements.

3.7.1 Le module d'alimentation comporte quatre LEDs

a POWER (Verte/Orange)

Lorsque cette LED est verte, cela indique que le rack est sous tension. Lorsqu'elle est orange, cela signifie que le module d'alimentation est sous tension, mais que l'interrupteur est sur OFF (Arrêt).

b P/S FAULT (Rouge)

Lorsque cette LED est allumée, cela indique qu'il y a un défaut au niveau du module d'alimentation et que ce dernier ne fournit plus une tension suffisante au rack.

c OVERTEMP (Orange)

Lorsque cette LED est allumée, cela indique que le module d'alimentation est proche ou à dépasser sa température de fonctionnement maximale.

d OVERLOAD (Orange)

Lorsque cette LED est allumée, cela indique que le module d'alimentation est proche ou a dépassé sa capacité de charge maximale sur au moins l'une de ses sorties. [25]

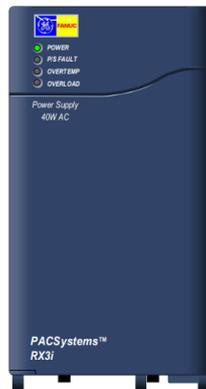


Figure 3.6. Module d'alimentation de l'automate RX3i.

3.8 Module d'interface Ethernet

Le module d'interface Ethernet, IC695ETM001, permet de connecter un automate PACSystems RX3i à un réseau Ethernet. Il permet à l'automate RX3i de communiquer avec d'autres équipements PACSystems et d'autres automates. L'interface Ethernet communique en TCP/IP avec d'autres API. [26]

3.8.1 Commandes et voyants du module d'interface Ethernet

a La LED Ethernet OK

Indique si le module est prêt pour un fonctionnement normal. Cette LED est allumée en fonctionnement normal et clignote pour toutes les autres opérations. Si une erreur matérielle ou d'exécution se produit, la LED EOK clignote.

b La LED LAN OK

Cette LED indique l'accès au réseau Ethernet. La LED LAN clignote lorsque les données sont en cours d'envoi ou de réception sur le réseau, en direction ou en provenance du module d'interface Ethernet. Elle reste allumée lorsque l'interface Ethernet n'est pas en train d'accéder au réseau mais que l'interface physique est disponible et que un ou les deux ports Ethernet sont opérationnels. Elle est éteinte dans les autres cas, sauf si le chargement du logiciel est en cours.

c La LED Log Vide

Elle est allumée en mode de fonctionnement normal. Elle est éteinte si un évènement a été enregistré.

d Deux LEDs

Ce sont des LEDs d'activité de réseau Ethernet (**LINK**). Elles indiquent l'état de liaison du réseau et l'activité.

e Deux autres LEDs

De vitesse réseau Ethernet (100 Mbps) indiquent la vitesse de transfert des données réseau (10 (éteintes) ou 100 Mb/sec (allumées)). [27]

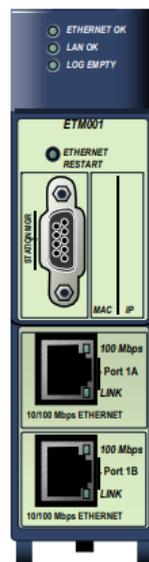


Figure 3.7. Module d'interface Ethernet.

3.9 Bornier électrique de type boîtier, 36 broches

Le bornier de type boîtier est utilisé avec des modules PAC Systems RX3i à haute densité et des modules d'API Séries 90-30 équivalents. Ce bornier possède 36 bornes à vis pour le câblage d'équipements externes au module. [28]



Figure 3.8. Bornier de type boîtier, 36 broches.

3.10 Les modules d'entrées/sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée .

3.10.1 Modules TOR (Tout Ou Rien)

L'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir ...etc.

3.10.2 Modules analogiques

L'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).

3.10.3 Modules spécialisés

L'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

3.11 Liaisons et modules de communication

Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers sur les quels arrivent des câbles transportant les signaux électriques.
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.
- Module de communication : Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine qui sont effectuées par les interfaces de communications : Point à point, Profibus, Profinet et l'Ethernet Industriel. [29]

3.12 Logiciel de Programmation

3.12.1 Description du logiciel Proficy machine Edition

Proficy Machine Edition (PME) est la plateforme de programmation commune pour toute la gamme d'automates programmables, E/S déportées et motion au niveau machine de Général Electric Intelligent Platform.

Son environnement de développement (contrôles, axes et IHM) intègre une configuration rapide et facile. Il est ainsi l'unique outil pour développer, déployer, maintenir et dépanner l'ensemble du matériel d'automatisation de GE Intelligent Platform. Ainsi, le projet intègre directement tous les composants comme les automates, les modules d'entrées/sorties déportées et même la motion. Ceci simplifie le partage des informations car une seule et unique base de données de variables et alors créée et partagée pour l'ensemble des composants du projet.

3.12.2 Les principaux avantages du logiciel Proficy Machine Edition

- Gain de temps considérable et efficacité accrue.
- Amélioration de la productivité dans la configuration, le développement et le maintien des applications.
- Diminution des temps de développement et coûts de maintenance.
- Chemin de migration transparente vers les dernières technologies.
- Réduction du temps de formation avec un logiciel unique pour tous les contrôleurs, interface opérateur et motion. [41]

3.12.3 Démarrage du Proficy machine édition

Lors de la première initialisation de Machine Edition après l'installation, la boîte de dialogue thème d'environnement (Environnement Thèmes) apparaît.

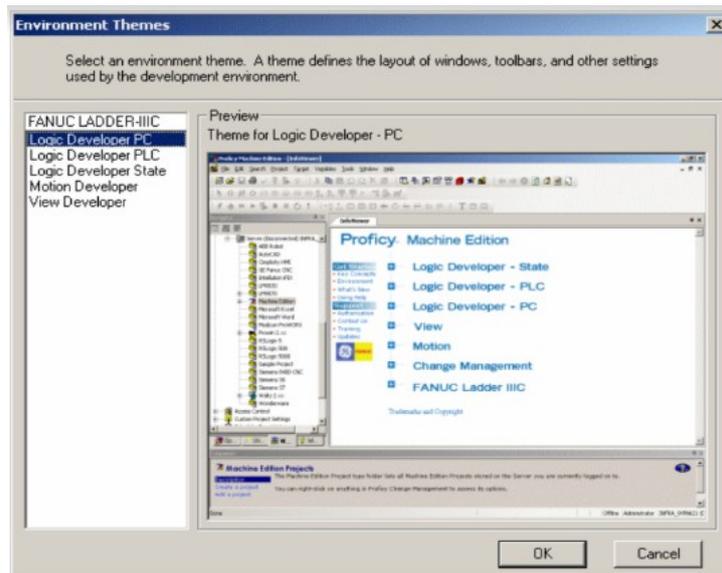


Figure 3.9. Vue du Proficy Machine Edition.

Lorsqu'un projet est ouvert, l'écran Machine Edition qui apparaîtra correspondra à l'aperçu affiché dans la boîte de dialogue du thème d'environnement (Environnement Thèmes). Toutes les modifications apportées seront enregistrées dans la configuration par défaut de votre environnement.

La boîte de dialogue Proficy Machine Edition apparaît comme illustré sur la figure 3.10.

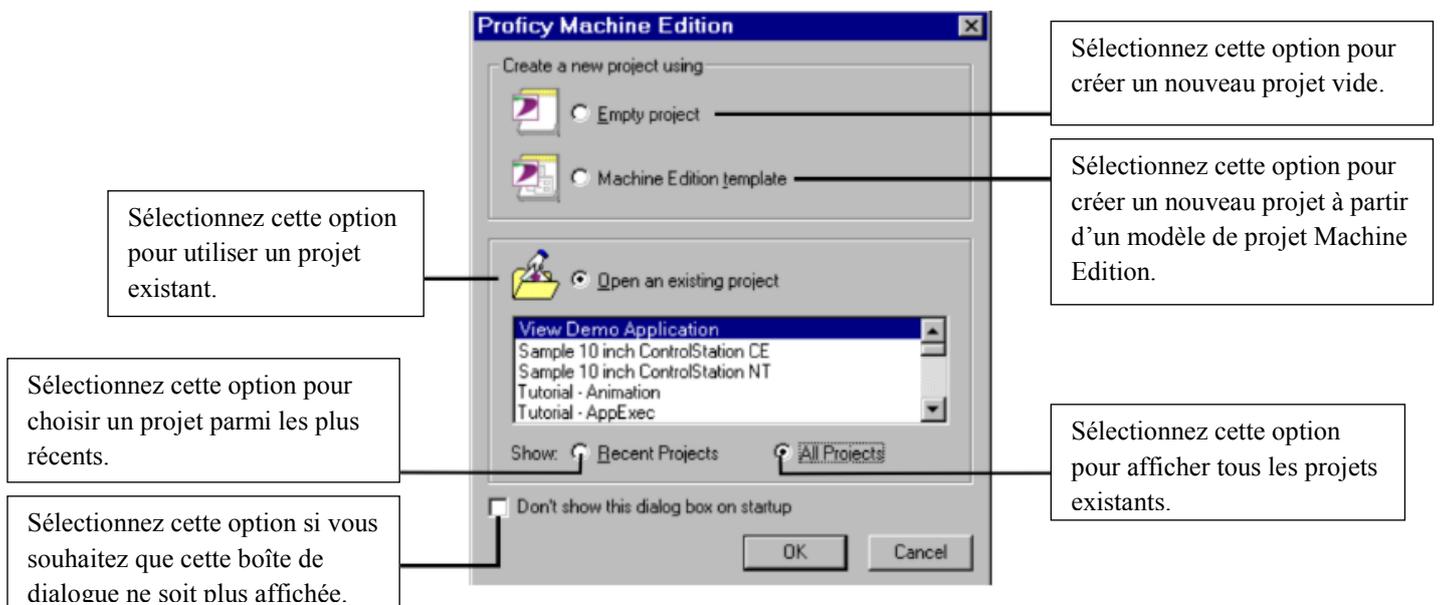


Figure 3.10. Vue pour choisir ou créer un projet.

3.12.4 L'environnement Proficy Machine Edition

Tous les outils et éditeurs de Machine Edition apparaissent dans la fenêtre Machine Edition. Les programmes d'exécution sont des applications Windows indépendantes, si bien qu'il soit possible de lancer une application déterminée sans démarrer Machine Edition. L'illustration ci-dessous montre une disposition possible des outils ainsi que quelques éditeurs parmi ceux disponibles. La plupart du temps, on n'utilisera que quelques-uns de ces éléments en même temps ; il serait préférable d'ouvrir et fermer les outils et les éditeurs selon les besoins. Plusieurs outils sont également disponibles uniquement pour la modification d'un projet. Certains de ces outils seront présentés dans la section suivante. [30]

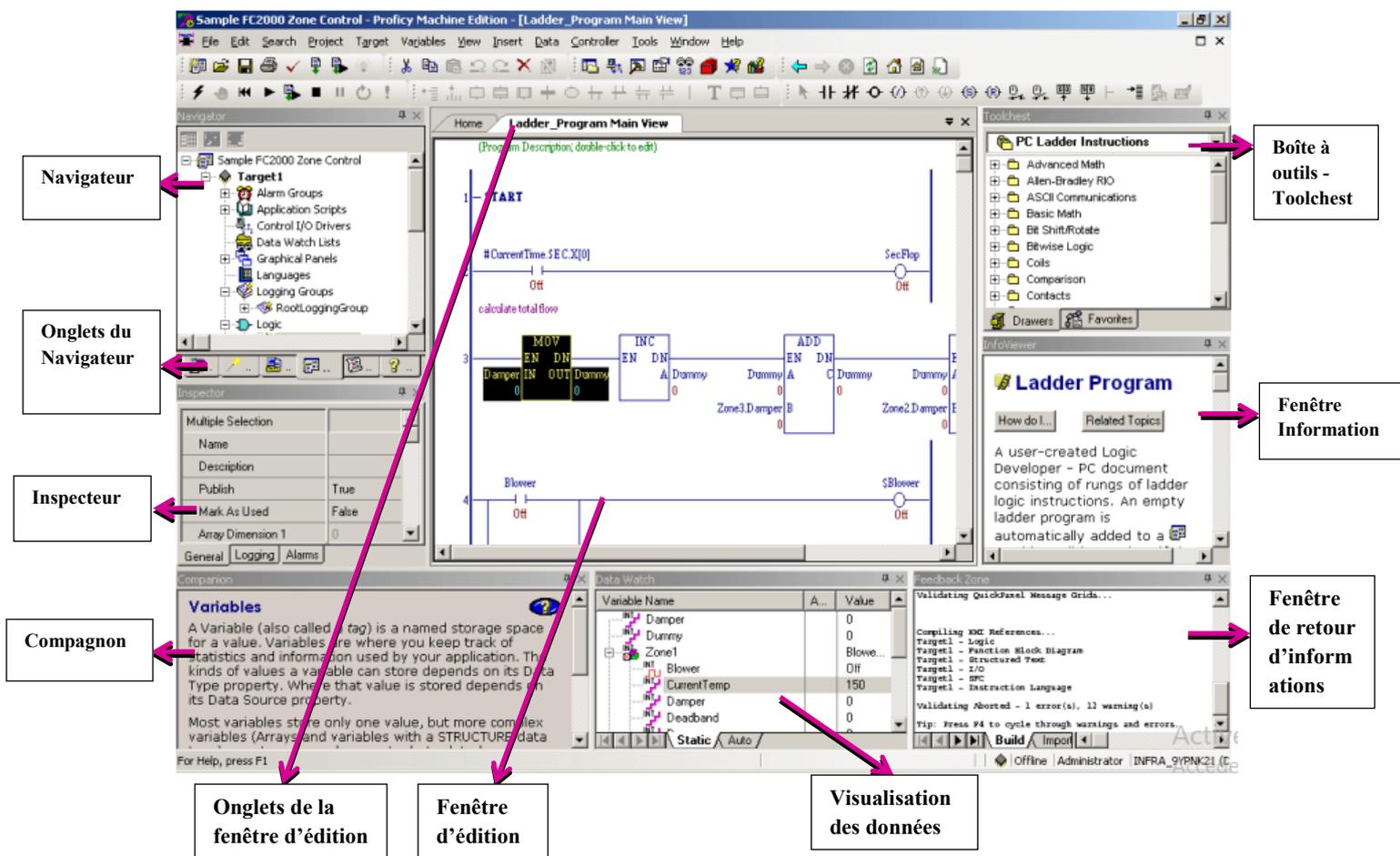


Figure 3.11. Vue du Projet.

3.12.5 Le Navigateur de projets

La fenêtre du Navigateur organise et gère les projets.

- Utilisation du Navigateur pour créer et gérer des projets, ajouter des cibles et des composants à des projets, définir les préférences pour l'environnement, créer des scripts, ouvrir des éditeurs, créer des variables, etc.

- Le Navigateur comprend plusieurs onglets. Les onglets disponibles dépendent des produits Machine Edition installés ainsi que de l'état (ouvert ou fermé) d'un projet Machine Edition. Par exemple, les onglets Project (Projet) et Variables apparaissent uniquement si un projet Machine Edition est ouvert.

- Dans chaque onglet, les éléments sont affichés selon une arborescence de nœuds et de dossiers. Avec possibilité de développer et fermer l'arborescence exactement comme des dossiers dans Windows Explorer. [31]

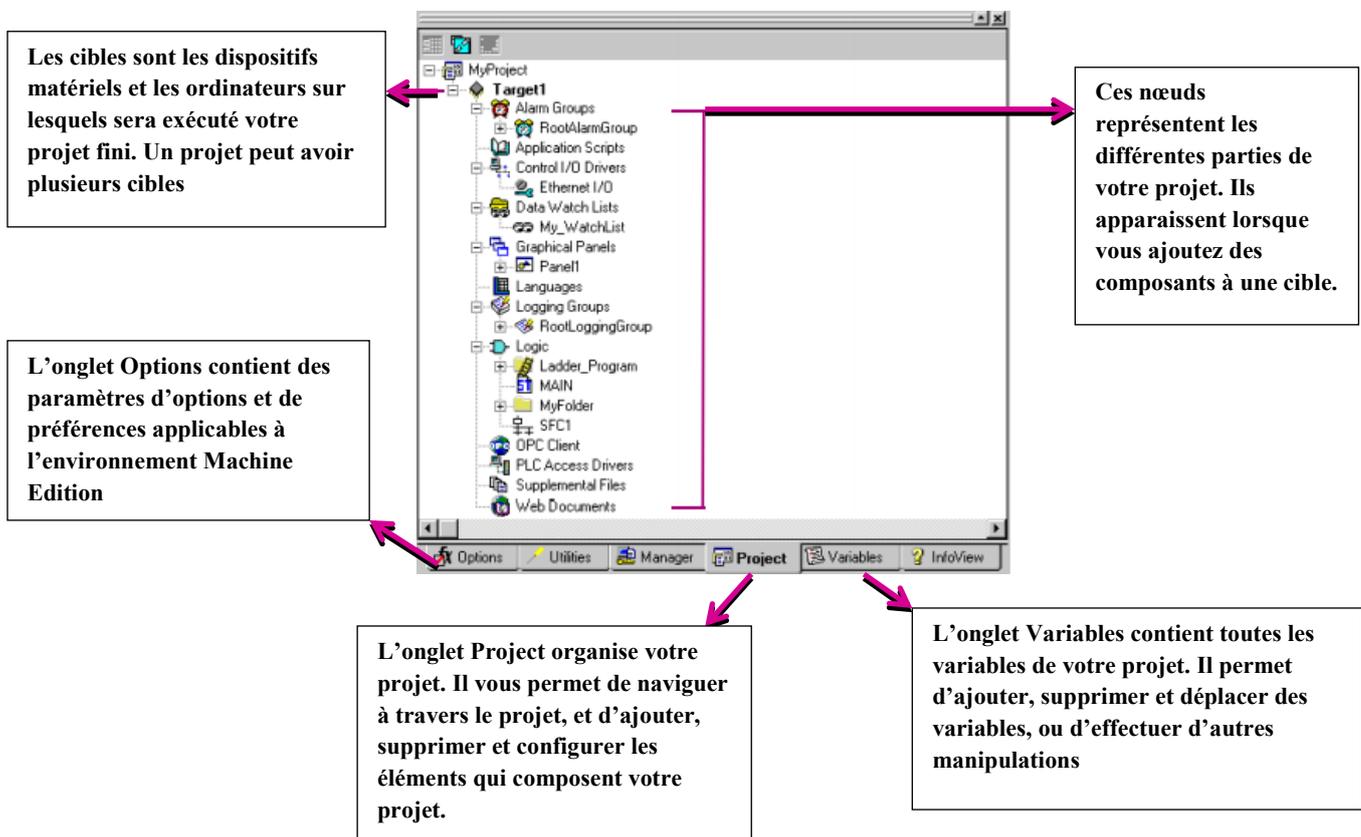


Figure3.12. Fenêtre du Navigateur avec un projet ouvert.

3.12.6 L'inspecteur de propriétés

Dans Machine Edition, pratiquement tous les objets possèdent des propriétés. Les propriétés sont simplement des attributs et des informations sur un objet donné.

Les propriétés d'un objet peuvent être modifiées dans la fenêtre Inspector (Inspecteur) :

- Pour modifier les propriétés d'un objet, on doit sélectionner ce dernier après avoir ouvert l'inspecteur. Celui-ci affiche toutes les propriétés associées à l'objet sélectionné.
- Lorsqu'une propriété modifie l'aspect d'un objet, le résultat est immédiatement visible dans l'éditeur de l'objet.

3.12.7 Visualisation des données

La fonction Visualisation des données (disponible uniquement en mode de modification de projet) est un outil de débogage permettant de contrôler et de modifier les valeurs en temps réel des variables définies dans le projet. Cet outil est utile lorsque l'on travaille en ligne avec une cible d'exécution. Il permet de gérer des variables individuelles ou des listes de variables définies par l'utilisateur, avec la possibilité de modifier les valeurs des variables et forcer l'état des variables logiques (BOOL). [32]

3.12.8 Boîte à outils - Toolchest

La boîte à outils est une bibliothèque de modèles d'objets préconfigurés qui peuvent être glissé-déposer dans un projet. Ces objets peuvent être une simple instruction Ladder ou des objets plus complexes tels qu'un bras robotisé à logique Ladder entièrement configurée et à animation IHM. Bien que Machine Edition soit vendu avec un ensemble de modèles d'objets préconfigurés, mais il y a une possibilité de créer de nouveaux modèles. Cette fonctionnalité permet de réduire considérablement le temps de développement.

3.12.9 Fenêtre de retour d'informations

La fenêtre de retour d'informations est une fenêtre interactive affichant les données de sortie générées par les composants Machine Edition. Cette fenêtre permet d'assurer un suivi des informations du projet, localiser les erreurs de validité dans un projet, afficher les rapports générés, etc... [33]

3.12.10 Compagnon

La fenêtre Compagnon affiche de brèves informations sur l'élément actuellement utilisé. Quel que soit le besoin : la signification d'une propriété, le but d'un nœud dans le Navigateur ou encore une description des erreurs générées pendant la validation, le Compagnon est toujours là pour assister. Par défaut, le Compagnon est ouvert lors de la modification de projets.

3.12.11 La fenêtre Information

La fenêtre Information est un navigateur HTML intégré offrant une aide plus détaillée et procédurale. Elle est lancée à chaque accès aux rubriques d'aide à partir de l'onglet information (InfoView), de l'index d'aide, ou en appuyant sur F1 après avoir sélectionné une option.

3.12.12 Onglets de la fenêtre d'édition

Ils Permettent la permutation entre les éditeurs ouverts par un simple clic.

3.13 Conclusion

L'automatisation de l'unité d'évaporation du Co2 alimentaire de la station via le logiciel « Proficy Machine Edition », a pour but d'intégrer un nouveau programme sous l'automate programmable industriel « RX3i », afin d'augmenter les performances, améliorer la sécurité de l'opérateur, éliminer l'effort physique, augmenter la précision et la rapidité de la tâche réalisée, et minimiser les erreurs.

Chapitre 4 Programmation et Supervision

4.1 Introduction

Afin d'effectuer l'évaporation automatique du CO2 alimentaire, un programme de commande et de supervision de l'installation, présentée précédemment, serait élaboré. Ce chapitre consiste en la programmation et la supervision de notre procès. Il est structuré en deux parties, à savoir, partie programme et partie supervision.

Toutes les étapes de programmation seront détaillées, en commençant par la présentation des différents blocs de programme, les variables utilisées ainsi que les différentes vues conçu pour la supervision.

Les programmes seront implémentés dans l'automate Rx3i, grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation « Proficy Machine Edition » de Ge Fanuc.

4.2 Programmation

C'est l'une des tâches majeure effectuées lors de la formation reçue au niveau de l'usine concernée. Cette tâche à été établie sous la contrainte et la condition de ne jamais modifier ou toucher à la configuration de certains matériels contribuant au bon fonctionnement du procès.

4.2.1 Création d'un nouveau projet

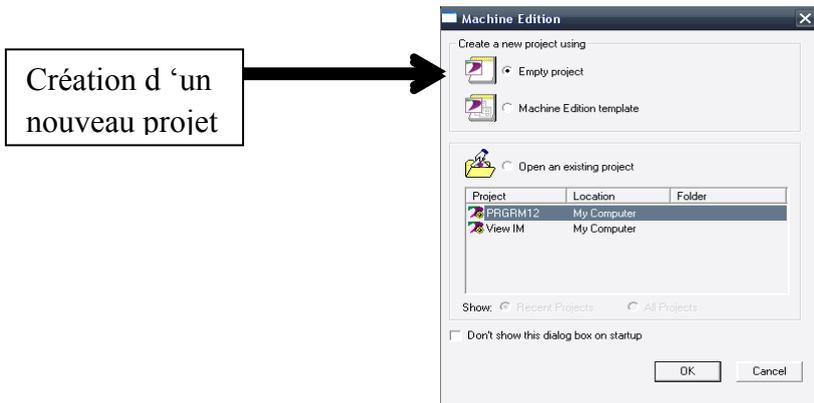


Figure 4.1. Vue de Création d'un nouveau projet.

La programmation sous Proficy Machine Edition commence par la création d'un nouveau projet.

Une vue s'affiche pour nommer notre projet.

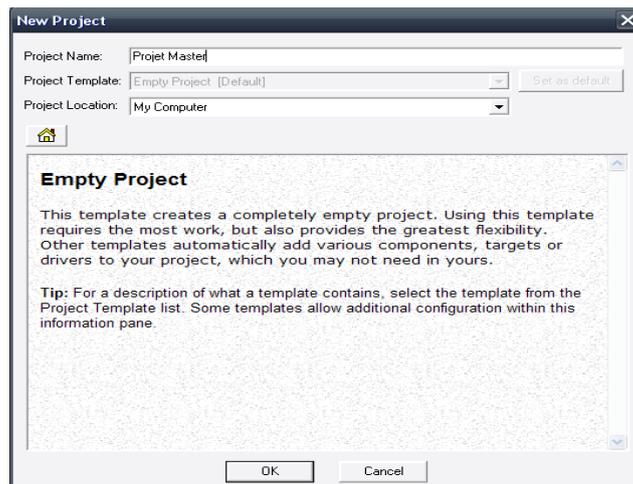


Figure 4.2. Vue pour nommer le projet.

4.2.2 Le choix de la cible

Après avoir nommé notre projet nous devons choisir la cible qui nous convient pour simuler notre projet.

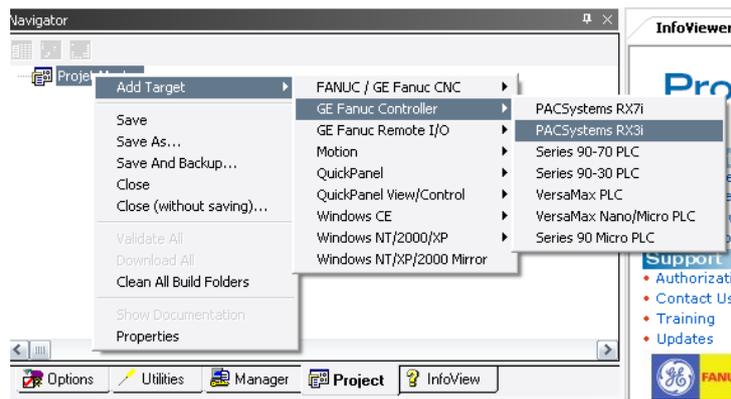


Figure 4.3. Choix de la cible.

Ensuite, dans Vue de projet on doit spécifier le hardware qui doit exécuter le programmeur dans cette spécification qui s'effectue pendant l'étape de configuration matériel.

4.2.3 Configuration matériel (hardware)

Une configuration matériel est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresse pré-régler d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.

a Notre choix du matériel

Alors on a choisi les modules qui peuvent contenir ce nombre d'entrées et sorties :

Slot 0 : Module d'alimentation IC698PSA350.

Slot 1 : CPU IC698CRE020.

Slot 2 : utilisé avec slot 1.

Slot 5 : Module de Communication Ethernet IC698ETM001.

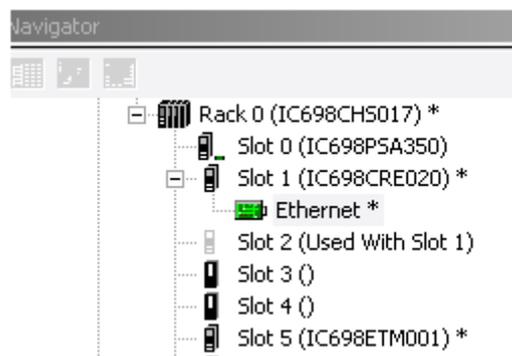


Figure 4.4. Vue illustrant les modules utilisés sur le rack.

4.2.4 Les variables

Dans tout le programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation, pour cela la table des variables est créée.

L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible est plus facile à manipuler. Après détermination du nom de la variable on détermine le type puis l'adresse. Ce type d'adressage est appelé « relatif ».

On remplit la table des variables en respectant le cahier des charges. La figure suivante représente une partie de la table de variables utilisés dans notre programme. La table entière se trouve dans l'annexe.

Nom	Type de données	Adresse
AI_P1	INT	%AI001
A_V1	REAL	%R0001
A_SP100	REAL	%R0003
A_SP101	REAL	%R0005
A_SP102	REAL	%R0007
A_SP103	REAL	%R0009
AI_N1	INT	%AI002
A_V2	REAL	%R0011

Tableau 4.1. Exemple de quelques variables du programme.

Les variables peuvent être de type :

a Entrées

Pour savoir l'état et le déroulement du procès, l'automate récolte des informations venant de l'installation et cela via des entrées automate qui sont connectées aux différents capteurs et boutons de l'installation.

b Sorties

Après traitement des données d'entrées et pour commander l'installation, l'automate doit générer et envoyer des signaux de sortie.

Les sorties automate sont connecté aux différents actionneurs de l'installation.

c Mémento

Zone de mémoire se trouvant dans la mémoire système d'une CPU. Il est possible d'y accéder en écriture et en lecture (par bit, octet, mot et double mot). La zone des mémentos permet l'enregistrement des résultats intermédiaires.

4.2.5 Création du programme

Ce programme contient des blocs de fonctions. Leur rôle est d'afficher le déroulement de notre projet au niveau de la supervision.

4.2.6 Programme de transfert des données des instruments

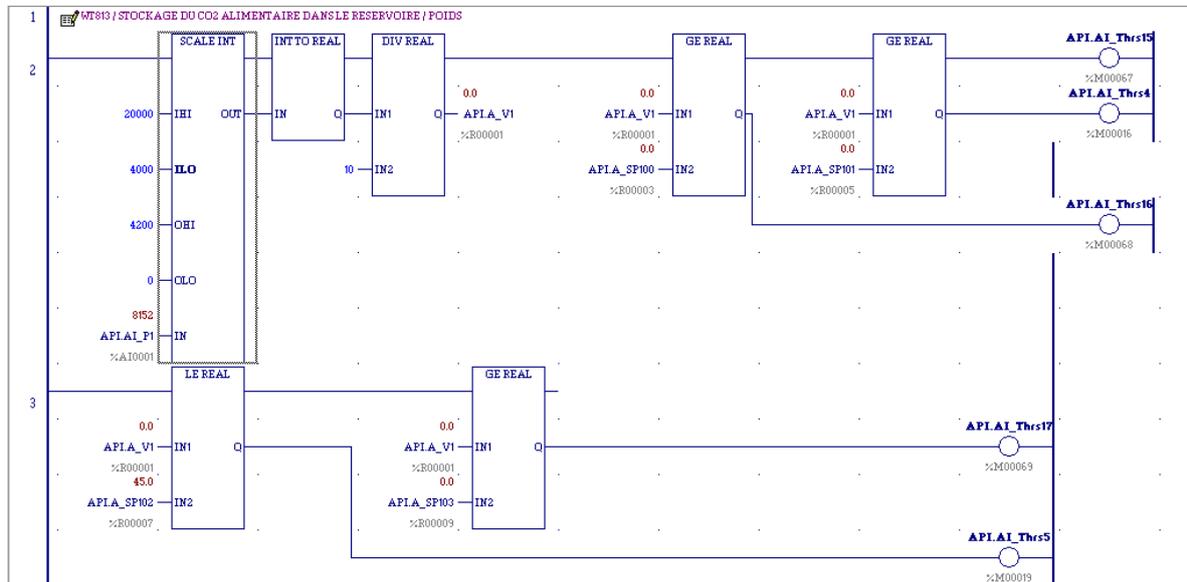


Figure 4.5. Réseau de transfert des données.

Ce réseau est utilisé pour le transfert des données de l'instrument et l'afficher sur le panneau (HMI), il contient les blocs suivant :

a Bloc SCALE INT

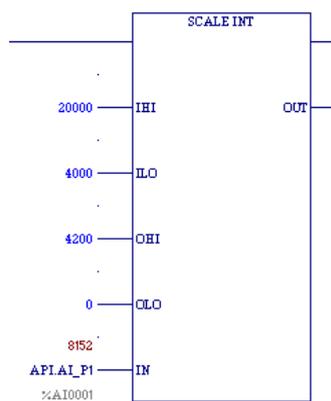


Figure 4.6. Bloc SCALE INT.

Lorsque le bloc SCALE reçoit l'instruction, il met à l'échelle l'opérande d'entrée IN et place le résultat dans la variable de sortie affectée à l'opérande OUT.

La sortie est activée lorsque SCALE est exécuté sans débordement.

b Bloc INT TO REAL

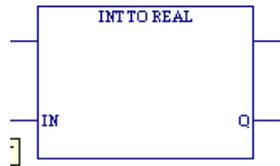


Figure 4.7. Bloc INT TO REAL.

Lorsque INT_TO_REAL reçoit l’instruction, il convertit les données d’entrée en entier à simple précision (INT) en une valeur à virgule flottante équivalente (REAL), qu’il transmet à Q. INT_TO_REAL ne modifie pas les données INT d’origine.

c Bloc DIV REAL

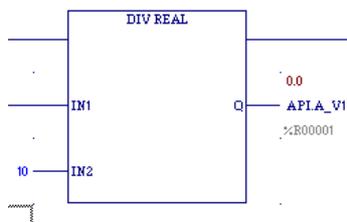


Figure 4.8. Bloc DIV REAL.

Lorsque DIV reçoit l’instruction, elle divise l’opérande IN1 par l’opérande IN2 du même type de données que IN1 et enregistre le quotient dans la variable de sortie affectée à Q, ainsi que du même type de données que IN1 et IN2.

d Bloc GE REAL

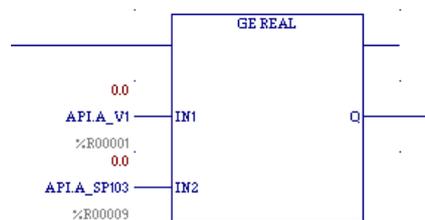


Figure 4.9. Bloc GE REAL.

Lorsque ce bloc reçoit l’instruction, il compare l’entrée IN1 à l’entrée IN2. Ces opérandes doivent être du même type de données. Si $IN1 \geq IN2$, l’instruction passe à droite, sauf si IN1 et / ou IN2 est NaN (pas un nombre).

e Bloc LE REAL

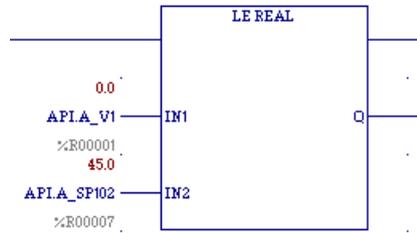


Figure 4.10. Bloc LE REAL.

Lorsque l'instruction est reçue, le bloc compare l'entrée IN1 à l'entrée IN2. Ces opérands doivent être du même type de données. Si $IN1 \leq IN2$, l'instruction passe à droite, sauf si IN1 et / ou IN2 est NaN (pas un nombre).

4.2.7 Programme d'alarme

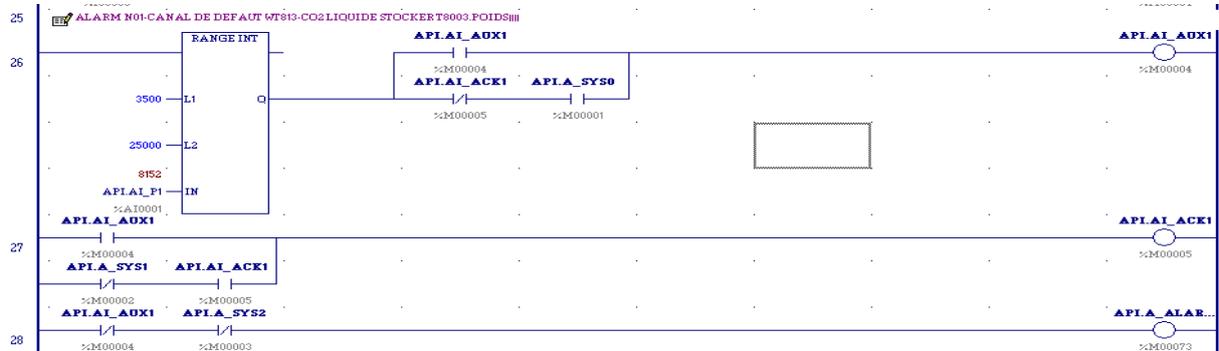


Figure 4.11. Réseau de déclenchement d'alarme.

Ce réseau est utilisé pour déclencher une alarme dans le cas d'une anomalie dans le fonctionnement ou des conditions non réalisées afin d'intervenir.

Il contient ce bloc :

a Bloc RANGE INT

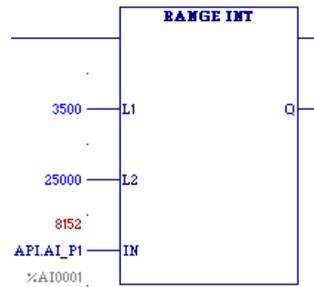


Figure 4.12. Bloc RANGE INT.

Lorsque le bloc Range est activé, il compare la valeur de l'entrée IN à la plage délimitée par les opérands L1 et L2. L1 ou L2 peuvent être la limite haute ou basse.

Lorsque $L1 \leq IN \leq L2$ ou $L2 \leq IN \leq L1$, le paramètre de sortie Q est réglé sur ON (1). Sinon, Q est réglé sur OFF (0).

Si l'opération réussit, l'instruction de puissance passe à droite.

4.2.8 Programme d'alarme avec temporisateur

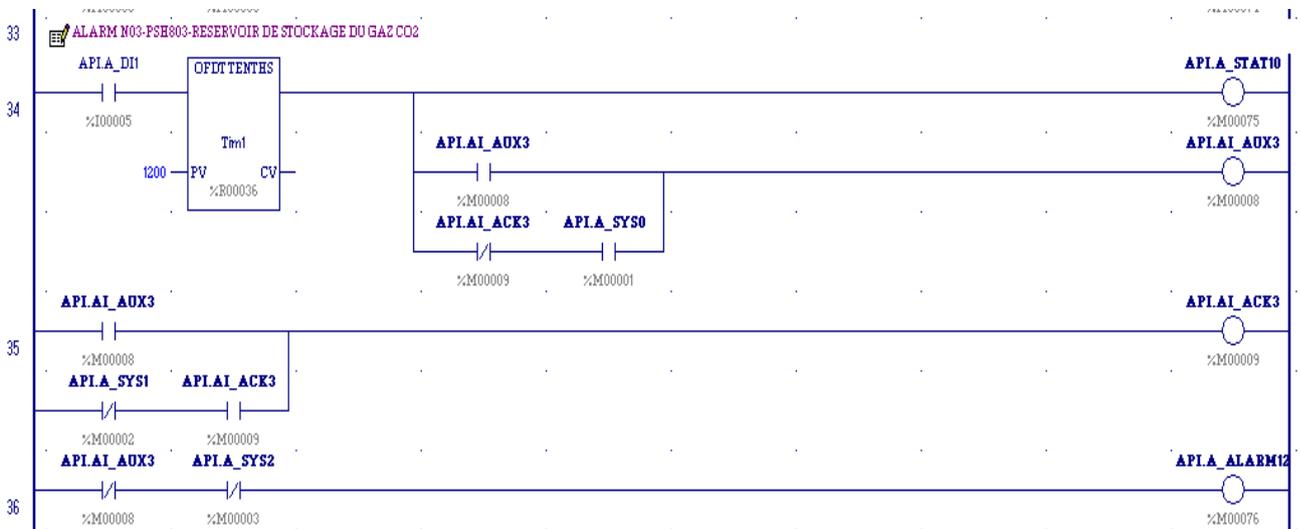


Figure 4.13. Réseau de déclenchement d'alarme avec temporisateur.

Ce réseau utilisé pour déclenchement d'alarme dans le cas d'une valeur hors la plage délimité de bon fonctionnement de l'instrument, et alimenter aussi par un temporisateur.

Il contient un temporisateur :

a Bloc OFDT TENTHS

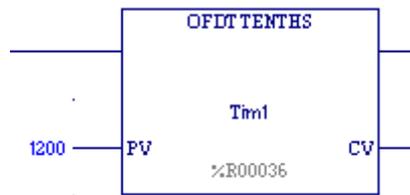


Figure 4.14. Bloc OFDT TENTHS.

Lorsque OFDT (Off-Delay Timer) reçoit l’instruction, CV est mis à zéro et le temporisateur transmet l'alimentation à droite jusqu'à ce que l'intervalle spécifié PV (valeur prédéfinie) se soit écoulé, et même si PV = 0, la sortie reste active tant que l'OFDT reçoit l’instruction.

L'OFDT continue de passer l'alimentation à droite jusqu'à ce que CV soit égal ou supérieur à PV. Lorsque cela se produit, OFDT cesse de passer le courant à droite et OFDT cesse d'accumuler du temps.

Si PV est égal à 0 ou est négatif, le temporisateur arrête de passer de l'énergie à droite.

4.2.9 Programme PID

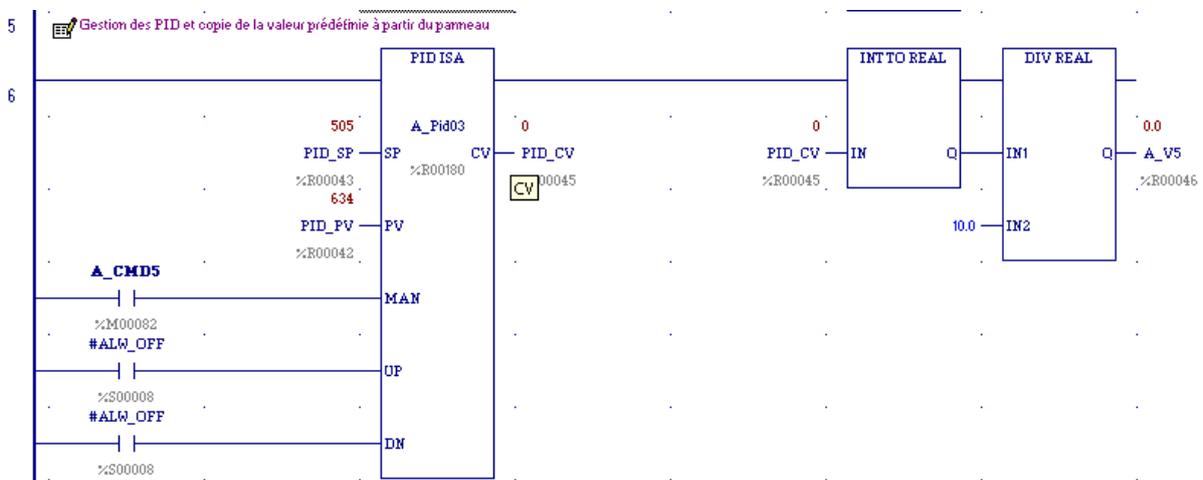


Figure 4.15. Réseau de la boucle de régulation PID.

Ce réseau est utilisé pour le contrôle de la vanne PCV860 à l’aide d’une boucle de régulation PID, afin de régler l’ouverture et fermeture de cette vanne selon la production demandée, il contient le bloc PID ISA.

a Bloc PID ISA

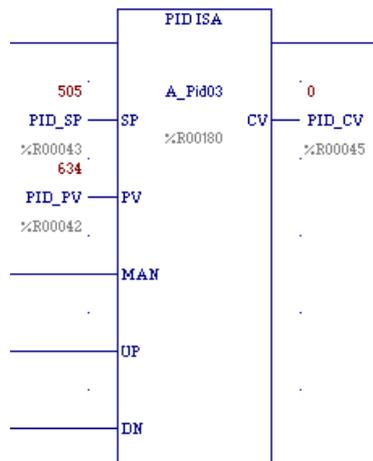


Figure 4.16. Bloc PID ISA.

Le bloc de fonction intégré PID (Proportionnel Intégrale Dérivative) est un algorithme à usage général utilisé pour le contrôle de processus en boucle fermée. Lorsqu'il reçoit l'instruction via un contact, le bloc fonctionnel dont, le PID est intégré, compare un retour de variable de processus (PV) avec un point de consigne de processus souhaité (SP) et met à jour une sortie de variable de contrôle (CV) en fonction de l'erreur.

Les nombres PV et CV peuvent aller de -32768 ou de 0 à +32767, en correspondance de la mise à l'échelle analogique, ou de 0 à 10 000 pour afficher les variables de 0,00% à 100,00%. Les comptes PV et CV ne doivent pas nécessairement avoir la même échelle.

La sortie est activée lorsque le bloc de fonction intégré est exécuté sans erreur de calcul. S'il existe au moins une erreur de calcul, il n'y a pas de sortie.

4.3 Création de la supervision

4.3.1 Introduction

Pour bien contrôler le processus, l'opérateur a besoin d'avoir le maximum de transparence, ce qu'il lui permet de bien superviser et contrôler l'installation, cela est possible avec l'interface homme machine (HMI). Le contrôle de processus est assuré par le système d'automatisation. Le pupitre de supervision une fois sous réseau permet :

- De visualiser l'état des actionneurs (vannes) et des capteurs (pression, niveau, température).
- D'afficher les alarmes.
- D'agir sur les vannes.

4.3.2 VIEW

View est le logiciel d'interface homme-machine (IHM) de Proficy Machine Edition. Il permet d'organiser, d'assurer le suivi, d'afficher et d'affecter des données provenant de notre installation ou de notre processus. View permet également de créer des synoptiques, de configurer des schémas d'alarme et d'archivage, et éventuellement de lancer le projet dans View Runtime.

4.3.3 View Runtime

View Runtime est le programme qui exécute l'interface homme-machine (IHM) achevée de notre projet sur un ordinateur cible. Il utilise les fichiers transférés vers la cible lors du processus de téléchargement. C'est une application indépendante de Machine Edition. Il est, donc, possible de démarrer View Runtime à partir de Machine Edition.

4.3.4 Etablissement d'une liaison HMI

Il faut d'abord créer une liaison HMI entre la CPU et l'HMI, cela pour pouvoir lire les données qui se trouvent dans l'automate.

Cette liaison se fait à l'aide de **l'accès E/S automate (PLC Access Drivers)** qu'on utilise pour permettre à notre projet IHM Machine Edition de communiquer avec d'autres dispositifs d'E/S commandés par un système externe à l'environnement Machine Edition. Dans notre cas le système est un automate.

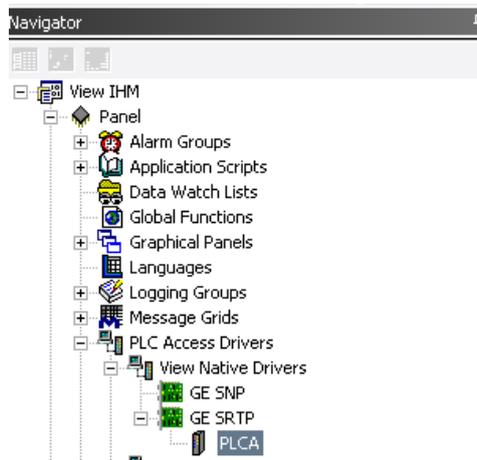


Figure 4.17. Liaison PLC_HMI.

Ensuite après avoir sélectionné PLCA, une fenêtre apparaît pour introduire adresse IP qui relie les deux équipements.

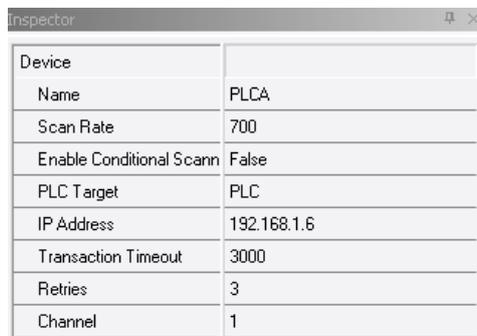


Figure 4.18. La fenêtre de configuration de liaison.

4.3.5 Les éléments des vues

Pour le contrôle et la commande du procès, des vues ont été configurées. Elles permettent de lire les valeurs du procès et de le commander. Le tableau suivant représente les différents éléments des vues.

Composants	Non actif	Actif
Vanne horizontale		
Vanne verticale		

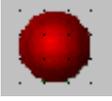
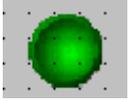
Voyant		
Bouton On/Off		
Affichage étape active		
Résistance		
Alarme	Invisible	

Tableau 4.2. Représentation des éléments des vues.

4.3.6 Configuration des éléments des vues

a Configuration des vannes

Chaque vanne est associée à une sortie automate, lorsque la variable de sortie est à « 0 » la vanne est représenté en rouge (vanne fermé), lorsque elle est à « 1 » la vanne est en vert (vanne ouverte)

Inspector	
IID	
Name	IID2683
Image Group	IIDGroup5
Edit Image Grids	Click Here ->
Active Value	0
Main Variable Name	PLC.API.A_STAT5
Variable [PLC]	
Name	API.A_STAT5
Description	ETAT VANNE CV831 OUVERTE/FERMEE
Publish	External
Array Dimension 1	0
Data Source	GE Fanuc Controller
Ref Address	%M00045

Figure 4.19. Configuration des vannes.

b Configuration des voyants

Chaque voyant représente l'état d'un capteur. Lorsque le capteur détecte une anomalie, il est représenté en rouge, sinon il sera représenté en vert.

Inspector	
Linked Graphical Object	
Name	ToolchestLink2552
Top	234
Left	307
Width	20
Height	20
Representation	(S) Red-Green Switch
Variable Name	PLC.APIA_STAT3
Variable [PLC]	
Name	APIA_STAT3
Description	FSL847- EVAPORATEUR CO2 à DEBIT D'EAU
Publish	False
Array Dimension 1	0
Data Source	GE Fanuc Controller
Ref Address	%M00031

Figure 4.20. Configuration des voyants.

c Configuration des boutons

Chaque bouton est animé par sa couleur.

Comme les boutons: START est en vert et le bouton STOP en rouge.



Figure 4.21. Bouton START/STOP.

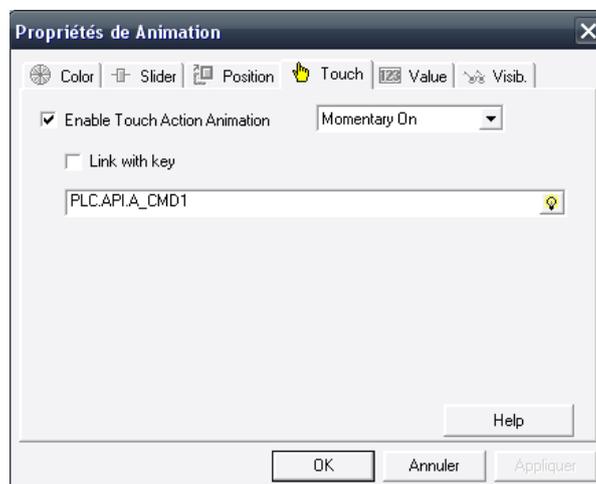


Figure 4.22. Configuration animation des boutons START/STOP.

Evènement

Chaque bouton est associé à un memento, en appuyons sur le bouton on change l'état de ce memento dans l'automate soit a « 1 » ou à « 0 ».

d Affichage de l'état de l'évaporateur

Visibilité

Le nom d'étape apparait en vert si l'étape est active, sinon il est en rouge.

EVAPORATEUR:ON

Figure 4.23. Etat de l'évaporateur.

La figure suivante montre comment la configurer :

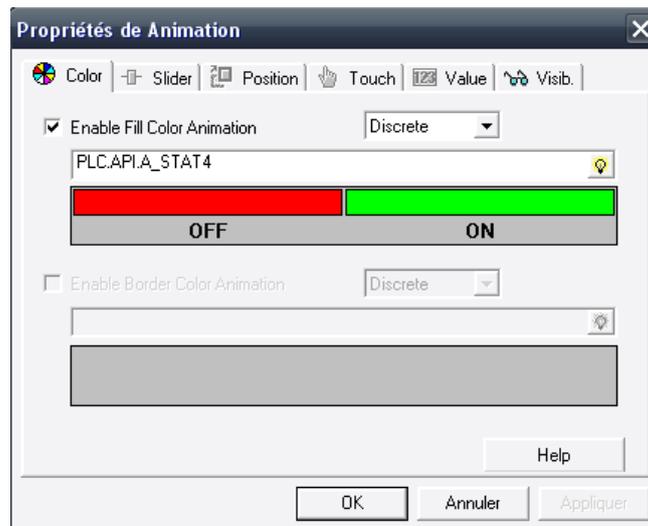


Figure 4.24. Configuration de l'Affichage de l'état de l'évaporateur.

e Afficheur des données numérique

C'est un objet graphique que l'on peut configurer et l'utiliser sur un panneau graphique.

Nous l'avons utilisé pour afficher une représentation numérique du contenu d'une variable dans un automate connecté, comme le niveau ou le poids du réservoir du stockage de CO2 alimentaire.

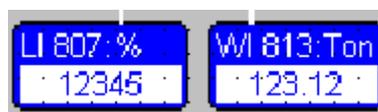


Figure 4.25. Afficheur des données numérique.

4.3.7 Vue d'ensemble de système de commande de l'évaporateur

Cette vue a été réalisé a base de View en utilisant Proficy Machine Edition. Cette vus nous permet de voir toutes les étapes, la situation et l'état des capteurs et actionneurs et aussi la commande à distance.

a En état d'arrêt n°1

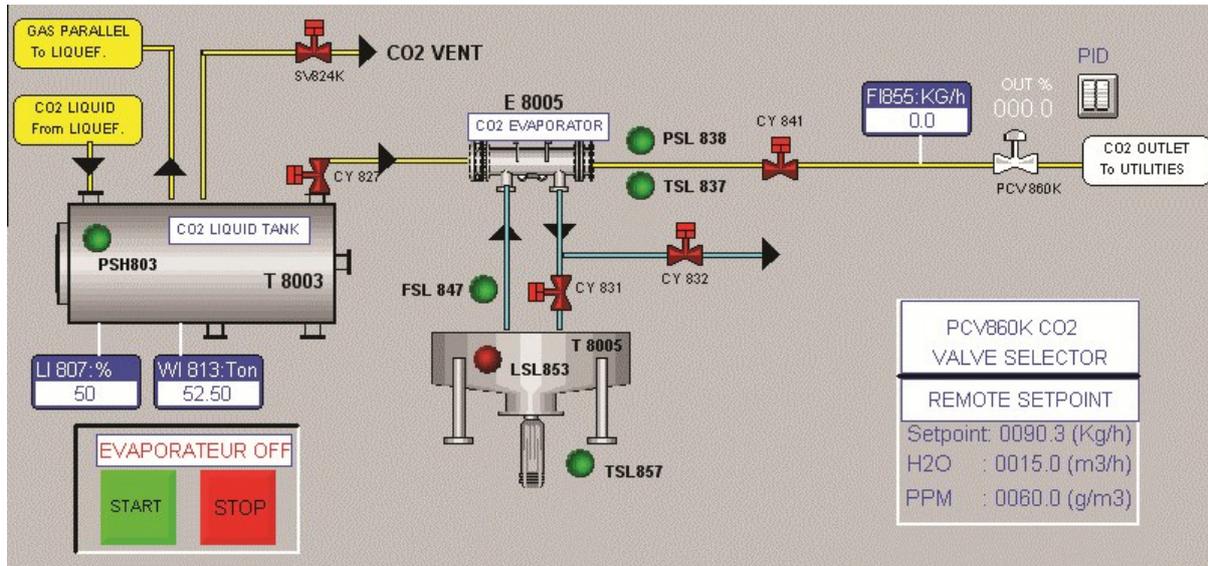


Figure 4.26. Vue de processus en état d'arrêt.

b En état de marche n°1

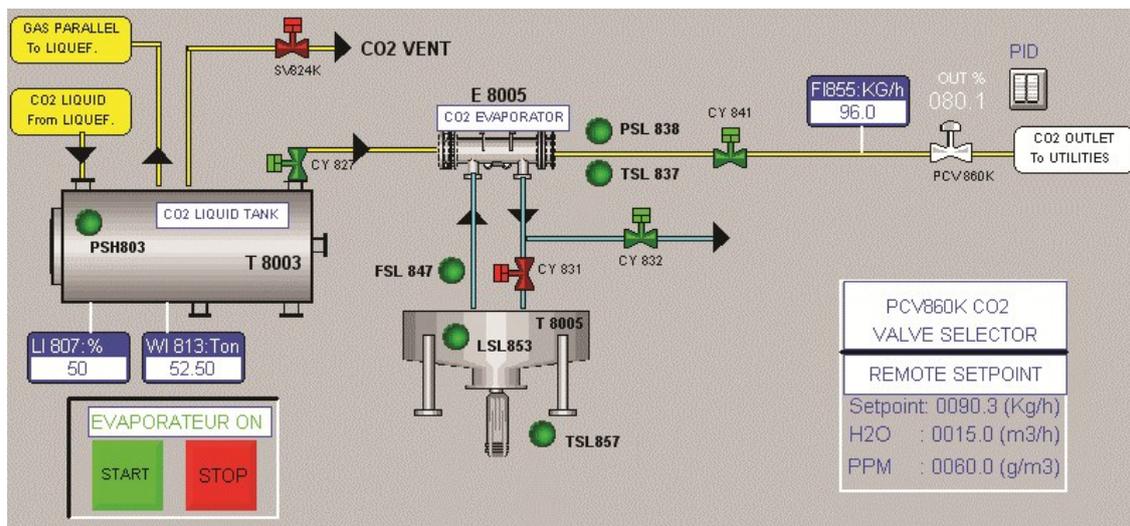


Figure 4.27. Vue de processus en état de marche n°1 .

Cette vue montre l'état des vannes ouvertes lorsque les conditions indispensables (PSL838, TSL837, FSL847) pour déclenchement de l'évaporateur sont réalisé, et dans le cas

où le réservoir (T8005) de stockage de l'eau utilisé pour le changement thermique dans l'évaporation de co2 alimentaire est dans son niveau régulier, la vanne CY832 s'ouvre pour faire sortir l'eau vers les canaux de drainage de l'eau.

c En état de marche n°2

Dans le cas où le niveau de réservoir (T8005) de stockage de l'eau utilisée pour le changement thermique atteint son niveau bas, la vanne CY 832 se ferme et la vanne CY 831 s'ouvre à sa place pour récupérer l'eau utilisée afin de recycler localement l'eau pour un autre changement thermique.

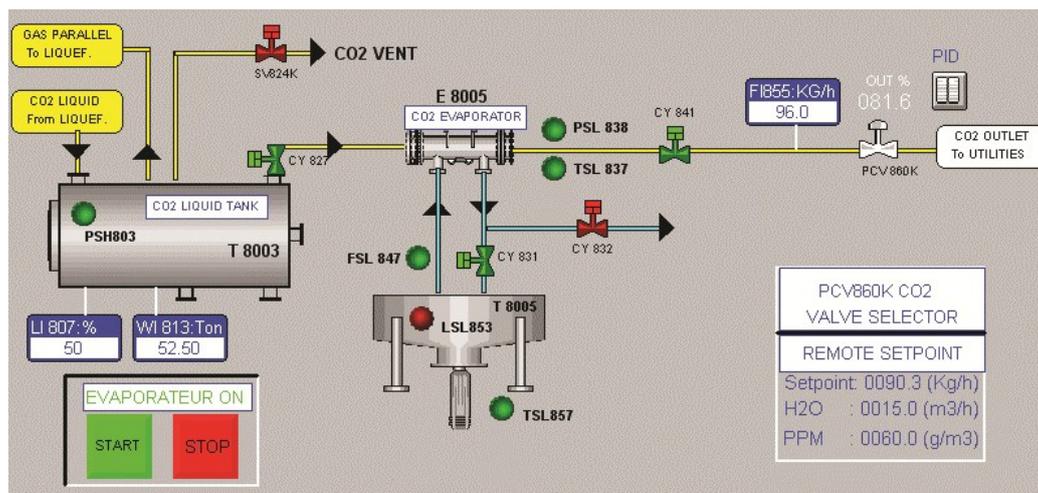


Figure 4.28. Vue de processus en état de marche n°2.

d En état d'arrêt n°2

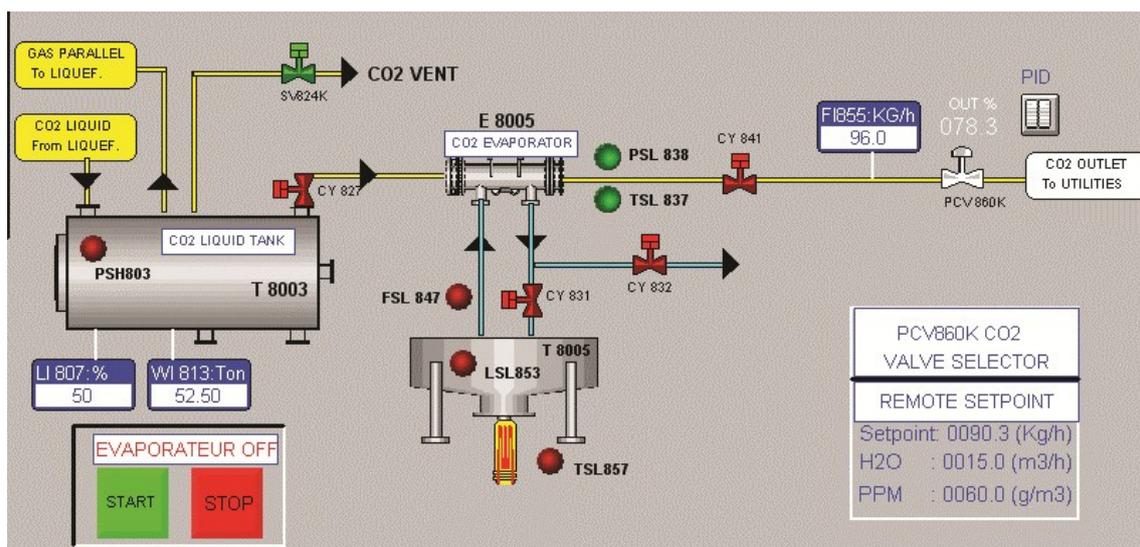


Figure 4.29. Vue de processus en état d'arrêt n°2.

Cet arrêt se provoque lorsque toutes les conditions indispensables ne sont pas réalisées comme FSL847 dans cette vue.

Cette vue montre aussi l'ouverture de la vanne SV824 lorsque la pression dans le réservoir de stockage du Co2 alimentaire est très élevée avec déclenchement d'une alarme et changement d'état du voyant PSH803.

Aussi elle montre l'état de l'indicateur de l'alarme TSL857 avec déclenchement de la résistance lorsque la température de l'eau ambiante est très basse afin d'éviter le phénomène de givrage.

e Fenêtre d'indication

Chaque indicateur dans le panneau est alimenté par une fenêtre pour indiquer la plage de variation des variables aussi d'un voyant pour avertir dans le cas d'une alarme.



Figure 4.30. Fenêtre d'indication.

f Fenêtre PID Automatique

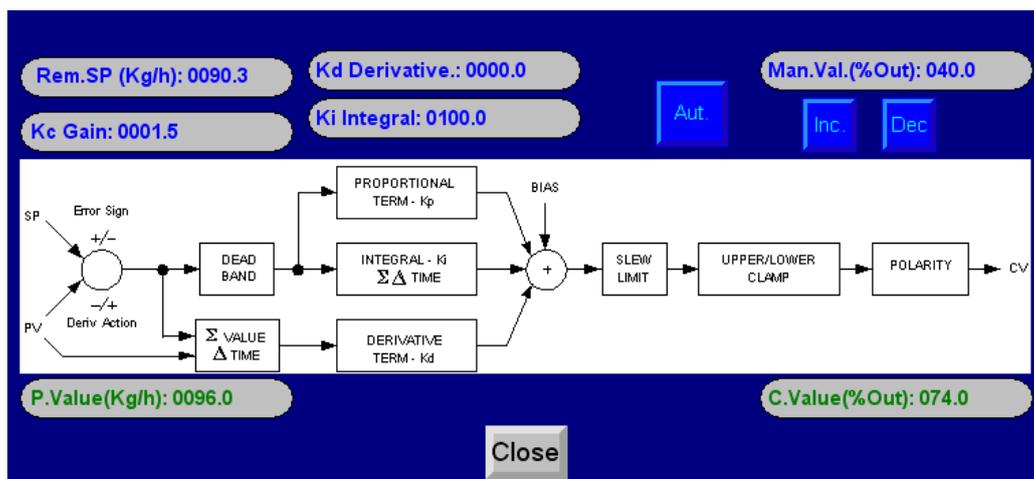


Figure 4.31. Vue de la boucle de régulation en mode automatique.

Cette fenêtre affiche les gains de PID, valeur prédéfinie et CV dans le cas de fonctionnement automatique.

g Fenêtre PID Manuel

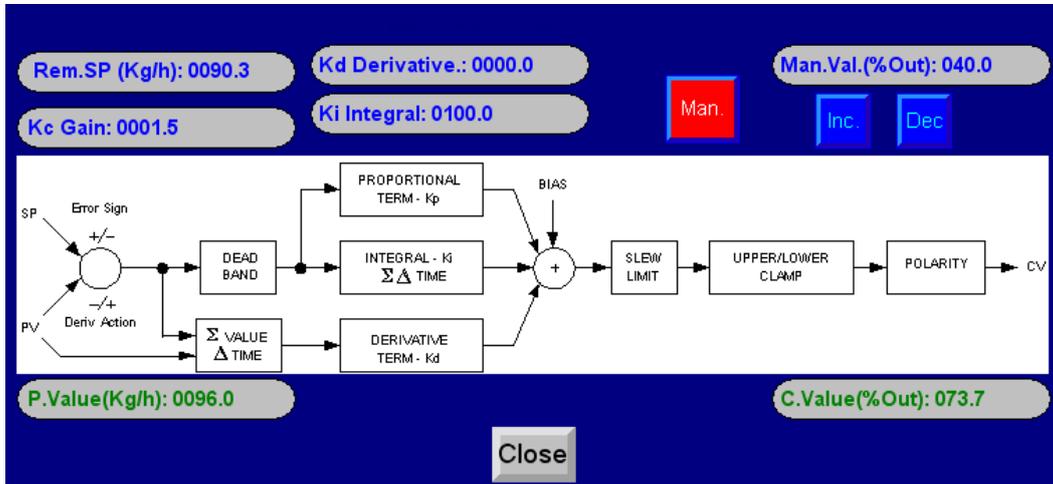


Figure 4.32. Vue de la boucle de régulation en mode manuel.

Cette fenêtre montre le cas du fonctionnement manuel où nous aurions la possibilité d’incrémenter et décrémente la valeur grâce à des boutons.

h Vue de la liste des Alarmes

Alarm Window			
DATE	TIME	DESCRIPTION	VARIABLE
04/08/2019	16:04:51	Fault Channel %AI0022 LT807 - LIQUID CO2 STORAGE TANK T8003 LEVEL	A_ALARM1
04/08/2019	16:04:47	Fault Channel %AI0022 LT807 - LIQUID CO2 STORAGE TANK T8003 LEVEL	A_ALARM1
04/08/2019	16:04:34	LSSL807 - LIQUID CO2 STORAGE TANK T8003 VERY LOW LEVEL	A_ALARM2
04/08/2019	16:04:29	LSSL807 - LIQUID CO2 STORAGE TANK T8003 VERY LOW LEVEL	A_ALARM2
04/08/2019	16:00:52	WSHH813 - LIQUID CO2 STORAGE TANK T8003 VERY HIGH WEIGHT	A_ALARM1
04/08/2019	15:59:01	FSL847 - WATER FLOW CO2 EVAPORATOR E8005	A_ALARM3
04/08/2019	15:57:41	PSH803 - CO2 GAS STORAGE TANK	A_ALARM1

Figure 4.33. Fenêtre d’affichage de la liste des alarmes.

Toutes alarmes déclenchées s’affiche sur cette liste en rouge afin d’avertir l’opérateur sur site, et après son intervention et réglage des anomalies elles deviennent en vert.

4.3.8 RUNTIME

Après avoir créé le projet et terminé sa configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, à l’aide de la commande ‘Validate’ sur la barre du menu ‘Target’, après la compilation, le système crée un fichier de projet compilé. La

simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du Feedback Zone.

a Principe

Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus. Les tâches suivantes sont alors exécutées :

- Communication avec les automates.
- Affichage de vue à l'écran.
- Commande du processus, par exemple, spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- Affichage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et événement d'alarme

4.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents programmes qui nous ont permis d'effectuer la tâche d'automatisation de l'évaporateur du Co2 alimentaire. Les vues HMI assure la supervision et la communication avec l'automate.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et supervision d'un procédé d'évaporation du Co2 alimentaire au sein de la station de dessalement d'eau de mer 'El-Hamma Water'. A cette fin, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation de production du Co2 alimentaire, ensuite l'exploration du processus du stockage du Co2 alimentaire dans un réservoir cryogéniques. Nous avons aussi étudié les instruments essentiels dans la chaîne d'évaporation du Co2 alimentaire, ainsi que la description de ses étapes de fonctionnement.

Un programme personnalisé implémenté dans l'automate RX3i a été développé par la suite afin de résoudre le phénomène de givrage.

Nous avons passé en revue les automates programmables industriels de la gamme GE Fanuc, leurs caractéristiques, avantages, ainsi que les langages de programmation utilisables. La communication et le transfert d'information via un réseau, rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage.

La prise de connaissance du logiciel Proficy Machine Edition, nous a permis de programmer le fonctionnement de l'unité d'évaporation du Co2 alimentaire et d'en récupérer les états des variables qui nous intéressent pour créer notre interface homme-machine (IHM). Pour la conception de l'IHM en vue de la supervision du système, nous avons exploité les performances de RUNTIME, qui est une partie indépendante du logiciel Proficy Machine Edition.

La période passée au sein de la station de dessalement d'eau de mer 'El-Hamma Water' nous a permis d'apprendre les rudiments d'une communication hiérarchique et d'une transmission d'information efficace et selon les procédures. Le déplacement sur les lieux du site nous a nettement aidés à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités qui incombent aux ingénieurs du terrain.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions futures.