

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 Automatique
Spécialité Automatique et Informatique Industrielle

présenté par

AIT OUAMER Déhia

&

TRIKI Mohamed Réda

Augmentation du niveau de sécurité de l'unité RFCC au niveau de la raffinerie d'ADRAR

Proposé par : M.KAZED Boualem & M.CHOGUEUR Omar

Année Universitaire 2018-2019

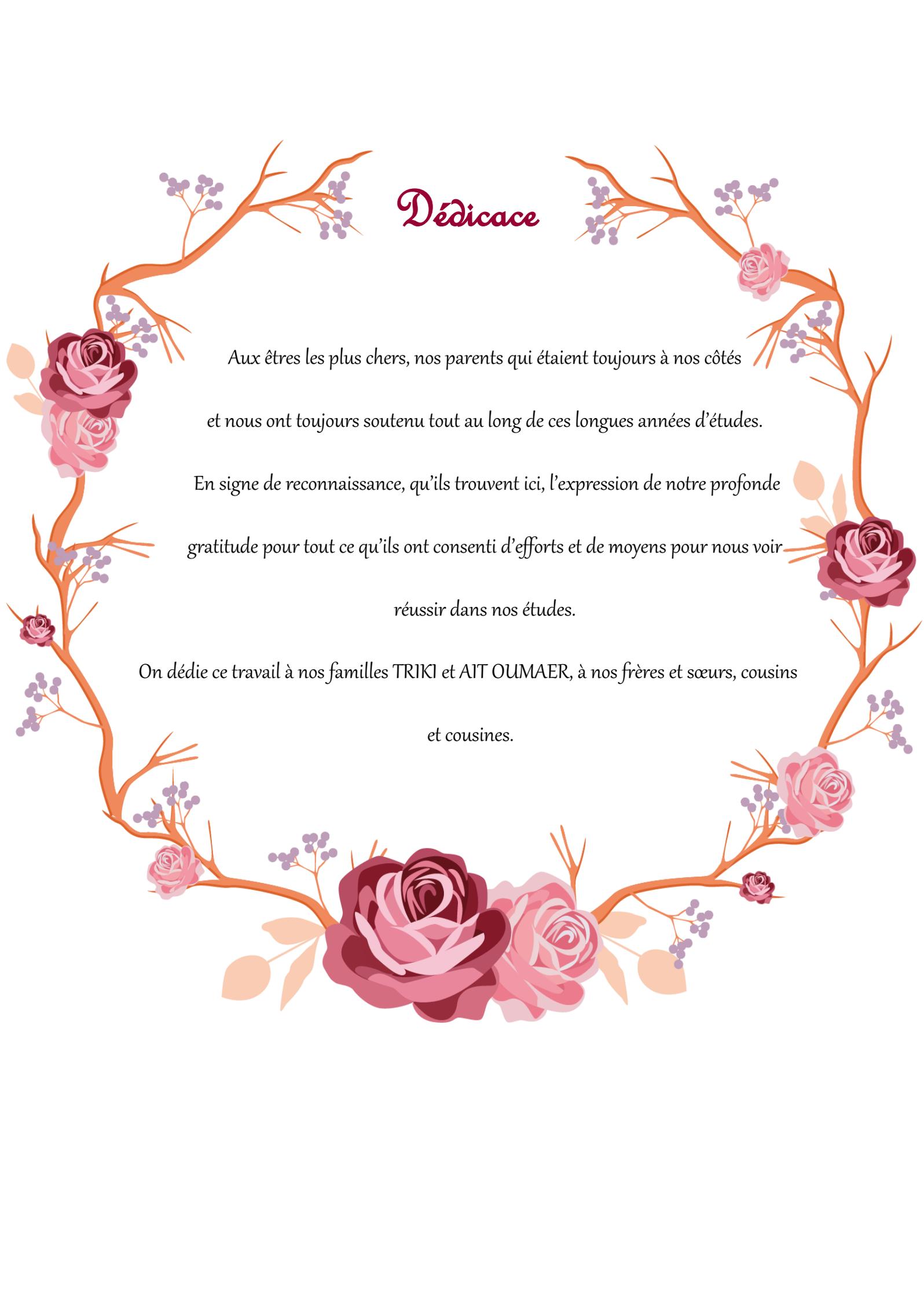
Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu le tout Puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également nous remercions infiniment nos parents, qui nous ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de notre formation.

Nos remerciements vont à notre encadreur M. KAZED Boualem pour nous avoir guidés pour la réalisation de ce projet.

Nous tenons encore à remercier notre Co-encadreur M. CHOQUEUR Omar Ingénieur en Instrumentation pour sa patience et le temps qu'il nous a consacré pour nous donner le maximum d'informations, monsieur M. BENHAMOU Mustafa Chef de service Instrumentation pour son accueil chaleureux et sa gentillesse.

Nos remerciements à tout le personnel qu'on a contacté durant notre stage à SONATRACH RAFFINERIE D'ADRAR, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.



Dédicace

Aux êtres les plus chers, nos parents qui étaient toujours à nos côtés

et nous ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études.

*En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de notre profonde
gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour nous voir*

réussir dans nos études.

On dédie ce travail à nos familles TRIKI et AIT OUMAER, à nos frères et sœurs, cousins

et cousines.

Introduction générale:

Entre le pétrole brut et le carburant utilisable, se situe le raffinage, ce dernier consiste en une transformation permettant d'obtenir différents produits demandés par les marchés. Pour se faire nous avons trois unités principales dont deux permettent de transformer 60% du brut, les 40% qui restent, appelés BRA, sont considérés comme étant des déchets. Leur consommation en Algérie est pratiquement nulle, leur transport dans les pipes vers le nord ainsi que leur exportation dans les navires de charge coutent très cher. Pour valoriser ces déchets, SONATRACH a installé une unité appelée RFCC au niveau de la raffinerie d'ADRAR. Notre projet, qui a été élaboré au sein de cette unité, consiste à agir au niveau du système de sécurité afin d'y apporter une amélioration. Notre contribution consistera à intégrer le système de sécurité de l'unité en le reliant au Système d'Arrêt d'Urgence (ESD) de l'usine.

Connaissant le niveau de vulnérabilité de la partie pompage et de la partie réactionnelle de cette unité ainsi que l'insuffisance du système de sécurité installé par le constructeur, il nous a été demandé de le renforcer en adoptant une stratégie visant à éviter les arrêts intempestifs de l'usine dans les cas de fausses alarmes. En effet et vu les coûts exorbitants qu'engendrent ces arrêts, il devient indispensable de procéder à l'arrêt de l'usine uniquement en cas de nécessité absolue. Pour cela nous allons utiliser les moyens existant pour ajouter un niveau de sécurité visant à déclencher l'arrêt total de l'usine dans le seul cas où nous avons une défaillance qui serait signalée simultanément par au moins deux capteurs sur trois au lieu d'un seul. Cette façon de procéder va nous permettre de diminuer les risques d'arrêts inutiles cités précédemment.

La gestion globale de l'unité est confiée à un automate dédié, de type TRICONEX lequel est exploitable grâce aux logiciels de développement Tristation 1135 et Intouch Wonderware. L'implémentation de la stratégie citée plus haut sera donc conditionnée par la maîtrise de ces outils de développement avant d'apporter les modifications préconisées au niveau du programme principal installé par le constructeur de l'usine. Tous les détails ainsi que les programmes développés durant ce projet seront présentés au niveau des chapitres 3 et 4 de ce mémoire, le reste des chapitres sera consacré à certaines informations utiles et nécessaires à une compréhension approfondie de tous ce qui concerne la réalisation de ce projet.

ملخص :

هذا العمل جزء من تحسين نظام الامان في وحدة ال RFCC التي هي جزء من مصفاة أدرار، التي يتمثل دورها في استرداد 40% من المنتجات المكررة التي تعتبر نفايات . مشروعنا هو دمج حل لزيادة حماية جزء الضخ من الوحدة خلال اعتماد لاستراتيجية معروفة باسم API 53B، وحماية جزء المفاعل الذي يستند إلى منطق 2 من 3 لتجنب عمليات الإغلاق غير المحددة للوحدة بأكملها، التي قد تحدث عندما تشير أداة قياس واحدة فقط إلى وجود عطل .
الكلمات المفتاحية: تكسير الحافز , إغلاق طارئ , منطق التصويت .

Résumé :

Ce travail entre dans le cadre d'une amélioration du système de sécurité installé au niveau de l'unité RFCC, qui fait partie de la raffinerie d'Adrar, dont le rôle est la récupération des 40% de produit de raffinage considéré comme déchets. Notre projet consiste à intégrer une solution permettant d'augmenter la protection de la partie pompage de l'unité en adoptant une stratégie connue sous l'appellation plan API 53B, et la protection de la partie réactionnelle qui est basée sur la logique 2 sur 3 consistant à éviter les arrêts intempestifs de toute l'unité, qui pourraient survenir lorsque seulement un instrument de mesure indique un dysfonctionnement.

Mots clés : RFCC, pipping plan, logique de vote, ESD, DCS, Triconex.

Abstract:

This work aims at improving the security system of the RFCC unit which is part of the Adrar refinery, the role of this unit is to regain the 40% of the refining product which otherwise would be lost. Our project consists of integrating an improvement of the pumping part protection system, adopting the so called API 53B piping plan. And the protection of the reaction part, which is based on the 2 out of 3 logics which avoids inadvertent stopping of the whole unit, that could occur when only 1 sensor indicates an emergency situation.

Keywords: RFCC, pipping plan, voting logic, ESD , DCS, Triconex.

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre1 : présentation de la raffinerie d'ADRAR

1-Presentation de l'entreprise SONATRACH.....	02
2-Situation géographique de la raffinerie d'Adrar.....	03
3-Présentation de la raffinerie d'Adrar.....	04
4-Raffinage.....	06
5-Les étapes du raffinage du pétrole brut.....	07
5-1-Le topping	08
5-2-Le reforming catalytique.....	08
5-3-Unité du craquage catalytique RFCC.....	09
5-4-Parc de stockage	10
6-Description de l'unité de craquage catalytique RFCC	11
6-1-Le réacteur	11
6-2-Le régénérateur.....	12
6-3-Colonne de fractionnement.....	14
6-3-1-Refroidissement de Gasoil.....	15
7-caracteristiques des produits.....	16
8-Conclusion	17

Chapitre II : Arrêt d'urgence de l'unité RFCC

1-introduction	18
2-1-les risques chimiques.....	19
2-2-les risques d'incendie et d'explosion	19
3-Système d'arrêt d'urgence ESD	21
3-1- Intérêts et avantages de l'ESD	21
4-Analyse des risques dans l'unité RFCC	22
4-1-Analyse du risque dans les pompes	22
4-1-1- Analyse de pression et de température	24
4-2-Analyse du risque dans la partie Réactionnelle	26
4-2-1-Perturbation de pression ou de débit	27
5-L'automate TRICONEX	29
5 -1-La technologie redondance triple modulaire(TMR)	30
5 -2- Les tolérances aux pannes dans le Tricon (TMR)	31
5 -3- Caractéristiques et avantages du Tricon	33
6- L'environnement de programmation Tristation 1131	34
7-Outil de développement des IHM Intouch Wonderware	37
8- Conclusion.....	38

Chapitre III: Système de sécurité des pompes

1-Introduction	39
2-Choix du plan de la pompe	41
3-Plan de tuyauterie à joint mécanique 53B	42
4- Maintenance préventive	45
4-1- Maintenance préventive systématique	45
5- Description du système de sécurité	46
5-1-Le grafcet du fonctionnement	47
5-2- Description du fonctionnement du système	48
6-l'interface homme-machine de la partie pompage (IHM).....	50
7-Cout d'installation.....	52
8-Conclusion	52

Chapitre IV : système de sécurité de la section réactionnelle

1-Introduction	53
2-La logique de vote dans les systèmes automatiques (voting)	54
3-Organigramme de l'ESD de l'RFC	55
4-Ecran de control de la section réactionnelle (DCS)	57
5-Ecran de l'ESD de l'unité RFCC	59
6-Schéma de commande de l'unité RFCC	60
7-l'interface homme-machine de la partie réactionnelle (IHM).....	62
8-Conclusion	64
Conclusion générale	65

Table des matières

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre1 : présentation de la raffinerie d'ADRAR

1-Presentation de l'entreprise SONATRACH.....	02
2-Situation géographique de la raffinerie d'Adrar.....	03
3-Présentation de la raffinerie d'Adrar.....	04
4-Raffinage.....	06
5-Les étapes du raffinage du pétrole brut.....	07
5-1-Le topping	08
5-2-Le reforming catalytique.....	08
5-3-Unité du craquage catalytique RFCC.....	09
5-4-Parc de stockage	10
6-Description de l'unité de craquage catalytique RFCC	11
6-1-Le réacteur	11
6-2-Le régénérateur.....	12
6-3-Colonne de fractionnement.....	14
6-3-1-Refroidissement de Gasoil.....	15
7-caracteristiques des produits.....	16
8-Conclusion	17

Chapitre II : Arrêt d'urgence de l'unité RFCC

1-introduction	18
2-1-les risques chimiques.....	19
2-2-les risques d'incendie et d'explosion	19
3-Système d'arrêt d'urgence ESD	21
3-1- Intérêts et avantages de l'ESD	21
4-Analyse des risques dans l'unité RFCC	22
4-1-Analyse du risque dans les pompes	22
4-1-1- Analyse de pression et de température	24
4-2-Analyse du risque dans la partie Réactionnelle	26
4-2-1-Perturbation de pression ou de débit	27
5-L'automate TRICONEX	29
5 -1-La technologie redondance triple modulaire(TMR)	30
5 -2- Les tolérances aux pannes dans le Tricon (TMR)	31
5 -3- Caractéristiques et avantages du Tricon	33
6- L'environnement de programmation Tristation 1131	34
7-Outil de développement des IHM Intouch Wonderware	37
8- Conclusion.....	38

Chapitre III: Système de sécurité des pompes

1-Introduction	39
2-Choix du plan de la pompe	41
3-Plan de tuyauterie à joint mécanique 53B	42
4- Maintenance préventive	45
4-1- Maintenance préventive systématique	45
5- Description du système de sécurité	46
5-1-Le grafcet du fonctionnement	47
5-2- Description du fonctionnement du système	48
6-l'interface homme-machine de la partie pompage (IHM).....	50
7-Cout d'installation.....	52
8-Conclusion	52

Chapitre IV : système de sécurité de la section réactionnelle

1-Introduction	53
2-La logique de vote dans les systèmes automatiques (voting)	54
3-Organigramme de l'ESD de l'RFC	55
4-Ecran de control de la section réactionnelle (DCS)	57
5-Ecran de l'ESD de l'unité RFCC	59
6-Schéma de commande de l'unité RFCC	60
7-l'interface homme-machine de la partie réactionnelle (IHM).....	62
8-Conclusion	64
Conclusion générale	65

Liste des abréviations :

- ESD: Emergency ShutDown.
- DCS: Distributed Control System.
- BRA: Brut Residue Atmospherique.
- RFCC: Residue Fluid Catalytic Cracking.
- LCO: Light Cycle Oil.
- GPL: Gas Pétrole Liquéfié.
- SIL: Safety Integrity Level.
- H2: Hydrogène.
- C1: methane.
- C2: ethane.
- TMR: Triple Modular Redundancy.
- TCM: Triconex Communication Module.
- EICM: Enhanced Intelligent Communication Module.
- IHM: Interface Homme Machine.

Liste des figures :

- Figure (1) Situation géographique de la raffinerie d'Adrar..... (p4)
- Figure (2) Vue panoramique de la raffinerie d'Adrar (p5)
- Figure (3) Plan de masse de la raffinerie d'Adrar..... (p5)
- Figure (4) Schéma résumant les différentes étapes du raffinage du pétrole..... (p8)
- Figure (5) Unité RFCC de la raffinerie d'Adrar..... (p10)
- Figure (6) Bac de stockage de brut..... (p11)
- Figure (7) Bac de stockage de brut (p11)
- Figure (8) Schéma du principe de fonctionnement de RFCC..... (p14)
- Figure (9) Schéma détaillé du réacteur..... (p14)
- Figure (10) Explosion Flixborough, le 1 juin 1974..... (p21)
- Figure (11) Explosion Texas en Amérique..... (p21)
- Figure (12) Tableau des pompes de l'RFCC transportant les produits les plus inflammables..... (p23)
- Figure (13) Les pompes des produits finis de l'unité RFCC..... (p24)
- Figure (14) Pompe certifiée ATEX..... (p24)
- Figure (15) Capture d'écran du DCS de la partie réactionnelle de RFCC dans la salle de contrôle..... (p27)
- Figure (16) Slide valve (Tiroir) (p29)
- Figure (17) Effet de la chaleur sur le tiroir (p29)
- Figure (18) Effet de l'augmentation de la pression sur le tiroir..... (p29)
- Figure (19) l'Architecture Modulaire Triplée du système TRICON..... (p31)
- Figure (20) Exemple de disposition d'un châssis Tricon..... (p33)
- Figure (21) Traces de l'accident..... (p40)
- Figure (22) Petite courbure du support..... (p40)
- Figure (23) Pompe avec ballon de protection.... (p41)
- Figure (24) Pompe sans ballon de protection (p41)
- Figure (25) Organigramme de choix du plan de la pompe..... (p42)
- Figure (26) Schéma détaillé d'une pompe API Plan 53B (p44)
- Figure (27) Photo du plan 53B sur le site..... (p45)
- Figure (28) Deux pompes l'une en marche et l'autre en standby..... (p50)
- Figure (29) IHM des pompes..... (p51)

- Figure (30) Graphe de la température du N2 et du fluide barrière de la pompe 01.....	(p51)
- Figure (31) Historique des alarmes	(p52)
- Figure (32) Diagramme logique du système Voting.....	(p55)
- Figure (33) Organigramme de l'ESD de l'RFCC.....	(p56)
- Figure (34) Capture d'écran de l'ESD de l'RFCC.....	(p60)
- Figure (35) Implémentation du système Voting dans Tristation.....	(p62)
- Figure (36) IHM de la partie réactionnelle	(p63)
- Figure (37) IHM du compresseur	(p63)
- Figure (38) Graphe de la pression.....	(p64)
- Figure (39) Historique des alarmes	(p64)

I. 1- Présentation de l'entreprise SONATRACH :

SONATRACH acronyme de « SOciété NAtionale pour la recherche, la production, le TRAnsport, la transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures » est une entreprise publique algérienne créée le 31 décembre 1963.

SONATRACH est une compagnie nationale pétrolière et gazière, la première en Afrique, parmi les plus performantes dans le monde. Depuis plus de 50 ans, SONATRACH joue le rôle de locomotive dans l'économie nationale, ayant pour but de valoriser les importantes réserves en hydrocarbures de l'Algérie. Elle est surnommée la major africaine, elle tire sa force de sa capacité à être un groupe entièrement intégré sur toute la chaîne de valeur des hydrocarbures.

SONATRACH opère en effort propre ou en partenariat avec des compagnies pétrolières étrangères, des gisements parmi les plus importants du monde dans différentes régions du Sahara algérien : Hassi Messaoud, Hassi Rmel, Ourhoud, Hassi Berkine...

La compagnie compte six raffineries en activité sur le territoire et deux complexes pétrochimiques, quatre complexes de Liquéfaction GNL et deux complexes de Séparation GPL.

I. 2- Situation géographique de la raffinerie d'Adrar :

La raffinerie de Sbaa (Wilaya d'Adrar) située au sud algérien à environ 1400 km de la capitale (Alger), est implantée sur une surface totale de 84 hectares dont 37 hectares sont occupés par le procédé. Elle fait partie de la commune de Sbaa à quelques 44 km au Nord de la ville d'Adrar.



Figure (1) Situation géographique de la raffinerie d'Adrar



I. 3- Présentation de la raffinerie d'Adrar :

La construction de la raffinerie d'Adrar a été programmée dans le cadre du plan quinquennal d'investissement pour la période 2001-2005 par la société nationale SONATRACH et la compagnie internationale de pétrole naturel de Chine CNPCI, afin de renforcer les capacités de raffinage du pays. Les travaux de réalisation ont été lancés en juin 2004 pour un coût global de 167 millions de dollars.

La raffinerie est entrée en exploitation le mois de mai de l'année 2007 et le 28 Octobre 2014 SONATRACH achète les actions de CNPC, depuis ce jour la raffinerie est devenue 100% algérienne.



Figure (2) Vue panoramique de la raffinerie d'Adrar

Cette raffinerie a une capacité de production de près de 600 000 tonnes de pétrole brut par an, provenant des gisements situés dans la cuvette de Sbaa, Hassi Ilatou, Dechiera, OTRA.

Elle se compose de :

- Unité de production des utilités.
- Unités de Production.
- Parc de stockage charges et produits.
- Station de chargement GPL et carburants.
- Centre d'emplissage GPL.
- Unité de traitement des effluents.
- Laboratoire.

Le fonctionnement de la raffinerie est complètement autonome. Toutes les utilités requises pour le fonctionnement des installations sont produites par la Raffinerie, à l'exception du gaz naturel qui provienne du champ de gaz de SONATRACH de Sbaa.

I. 4- Raffinage:

Le raffinage du pétrole est une industrie lourde désignant l'ensemble des traitements et transformations visant à tirer du pétrole le maximum de produits à haute valeur commerciale. Ces produits sont ensuite acheminés vers le consommateur final directement, ou à travers un réseau de distribution. La transformation des pétroles bruts s'effectue dans les raffineries, usines à feux continus et très automatisées, leurs complexités dépendent de la gamme des produits fabriqués et de la qualité des pétroles bruts comparée aux exigences du marché. Le raffinage de ce pétrole passe par plusieurs étapes dans plusieurs unités dont fait partie l'unité du craquage catalytique qui est le cœur de la raffinerie car elle réalise la moitié de la production.

I. 5- Les étapes de raffinage du pétrole but :

Le raffinage du pétrole passe par les étapes représentées dans le schéma ci-dessous :

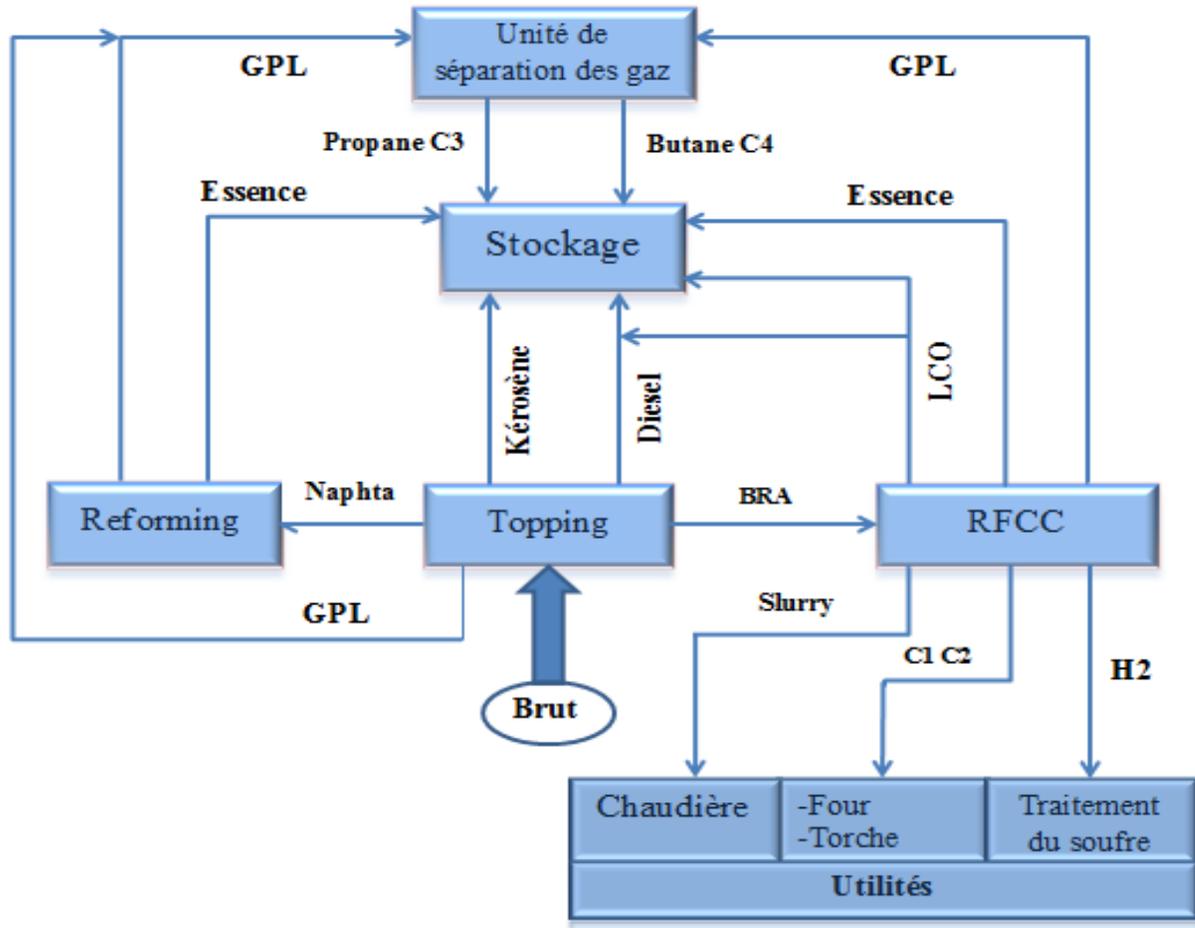


Figure (4) Schéma résumant les différentes étapes du raffinage de pétrole

BRA : environ 40% du brut, sa température dans la colonne du topping est de 400°C.

Diesel : sa température dans la colonne du topping est de 300°C, sa production dans RFCC est de 19 à 23% du BRA.

Essence : sa température dans la colonne du topping est de 200°C, sa production dans RFCC est de 43 à 49% du BRA.

Slurry : sa production dans RFCC est de 2% du BRA.

I. 5- 1- Le topping:

L'opération consiste à séparer les différents composants d'un mélange liquide en fonction de leur température d'ébullition dans l'unité. Cette unité est conçue pour traiter 600 000 tonnes de brut par an (sa capacité limite est entre 700 000 tonnes/an et 420 000 tonnes/an).

Le pétrole brut est chauffé dans une grande tour de distillation, haute de 60 mètres et large de 3 mètres environ à une température 380-400° C et une pression proche de la pression atmosphérique, la température décroît au fur et à mesure que l'on monte dans la tour, permettant à chaque type d'hydrocarbure de se liquéfier afin d'être récupéré.

Les plus légers sont récupérés tout en haut, et les plus lourds restent au fond de la tour. En haut de la colonne on récupère les molécules légères du Fuel Gaz et le Gaz de Pétrole Liquéfié, on extrait aussi le Nafta que l'on envoie vers l'unité de reforming, le kérosène vers les bacs de stockage, le diesel subi un traitement d'hydrocraquage catalytique puis il est transporté vers le stockage, les G.P.L vers une autre unité de séparation pour extraire le butane C4 et le propane C3, le BRA, le résidu le plus lourd, est envoyé vers l'unité RFCC.

I. 5- 2- Le reforming catalytique :

Après les opérations de séparation, la proportion d'hydrocarbures lourds reste encore trop importante. Pour répondre à la demande en produits légers, on casse ces molécules lourdes du Nafta en deux ou plusieurs molécules plus légères, pour obtenir d'autres hydrocarbures tels que l'essence.

L'unité reforming catalytique est conçue pour traiter la charge Nafta produite par l'unité de distillation atmosphérique. Les produits de l'unité sont essentiellement du carburant sans plomb à haut indice d'octane : NO=96 dénommé couramment : super, sans plomb, G.P.L, du naphta léger (light naphta), naphta raffiné (refined oil) : fond de C-202 202 (fond colonne d'évaporation), des gaz incondensables (combustible pour fours de l'unité) et de l'hydrogène (pour réactions du procédé).

I. 5- 3- Unité de craquage catalytique RFCC (Craquage Catalytique de Fluide Résidu) :

L'unité craquage catalytique est la 3^e unité de production de la raffinerie, la première et la seule en Algérie, permettant de valoriser le BRA dans le marché local par extraction de presque tous les produits extraits du topping. Elle traite le résidu atmosphérique, qui représente 40% du brut, sa capacité est de 300 000 tonnes par an, elle produit les essences qui représentent 49% du BRA, le diesel 22%, les G.P.L 20%, et le Slurry 2%, le résidu le plus lourd de cette unité qui est utilisé comme fuel pour allumer la chaudière.



Figure (5) Unité RFCC de la raffinerie d'Adrar

I. 5- 4- Parc de stockage :

Le parc de stockage de la raffinerie est constitué de bacs renfermant la matière première des trois unités de production : Distillation atmosphérique, Reforming catalytique et craquage catalytique, des bacs renfermant les produits finis conformes des trois unités de production, d'autres bacs de produits non-conformes et de bacs de déchets du raffinage (slurry).

Les bacs du brut sont à toit flottant, les autres sont soit à toit fixe ou flottant ou à double toit flottant et fixe, en fonction de la volatilité du liquide.



Figure (6) Bac de stockage du brut



Figure (7) Bac de stockage de Naphta

I. 6 - Description de l'unité de craquage catalytique RFCC (Résidu Fluide Catalytique Cracking):

Les produits obtenus des deux unités Topping et Reforming ne représentent que 60% qui sont : le Nafta, le kérosène, le GPL, le diesel...

Les 40% restantes sont le BRA (Brut Résidu Atmosphérique) qui est de faible valeur commerciale, pour cette raison il est transformé en produits à forte valeur ajoutée.

Le rôle principal de cette unité RFCC est de produire des produits qui répondent aux besoins du marché et à forte valeur commerciale. L'RFCC se compose principalement de deux parties : partie réactionnelle (réacteur, régénérateur) et colonne de fractionnement.

6 -1-Le réacteur :

Là où se passe une réaction entre le BRA et un produit appelé Catalyseur : Une substance qui augmente la vitesse d'une réaction chimique coûtant chère, il est choisi selon des caractéristiques bien étudiées.

Alimentation de la charge de craquage catalytique et réaction :

- Le mélange résidu chauffé, une partie recyclée du slurry et l'huile de recyclage H.C.O (Heavy cycle oil) constitue la charge du réacteur (riser) R 203-101.
- Le résidu atmosphérique BRA est aspiré par la pompe puis refoulé à travers les échangeurs où il est chauffé respectivement par le gasoil léger à une température de 152 °C puis par le fond de la colonne de fractionnement à une température de 200 °C.
- A l'entrée du réacteur la charge est atomisée par injection de vapeur.
- Le catalyseur chaud (680 °C) venant du régénérateur R 203-103 par la tubulure inclinée, avec certains paramètres de température, pression et débit bien spécifiques, s'introduit dans le riser par la vanne glissière puis entre en contact avec la charge.

En contact avec le catalyseur chaud, la charge est complètement vaporisée et les réactions de craquage catalytiques sont amorcées. Au sommet du riser les réactions sont complètes et la charge est convertie en produits. Les produits gazeux après avoir été séparés du catalyseur dans le désengager alimentent la colonne de fractionnement C 203-201.

Le mélange réactionnel (charge finement pulvérisée par la vapeur en présence du catalyseur) est introduit par la base du « riser », les réactions de craquage catalytique sont réalisées à l'intérieur tandis que les produits des réactions sont recueillis au sommet de celui-ci. Les produits passent par un système de séparation cyclonique dans une enceinte de séparation appelée « Disengager » assurant la séparation des produits des fines particules du catalyseur.

Le séparateur final (stripper), équipement où s'écoule le catalyseur provenant du Disengager. De la vapeur envoyée à contre-courant du catalyseur est utilisée pour éliminer le reste des hydrocarbures entraînés avec celui-ci.

6-2- Le régénérateur :

Cette partie dans laquelle se fait la régénération du catalyseur carbonisé (désactivé) par combustion.

- Le catalyseur strippé à la vapeur s'écoule dans la tubulure inclinée et rejoint le Régénérateur : R 203-102 avec un certain débit et pression, une température de 680 °C fluidisé avec l'air passe par un cyclone pour lui enlever le coke. Une fois régénéré (combustion du coke), le catalyseur rejoint le riser pour un nouveau cycle réactionnel et est appelé fluide caloporteur chargé de transporter la température du régénérateur vers le réacteur.

La circulation du catalyseur est contrôlée par deux vannes à glissières asservies par deux régulateurs principaux. La vanne contrôlant le débit du catalyseur régénéré qui est introduit dans le réacteur est réglée à la température de sortie du réacteur.

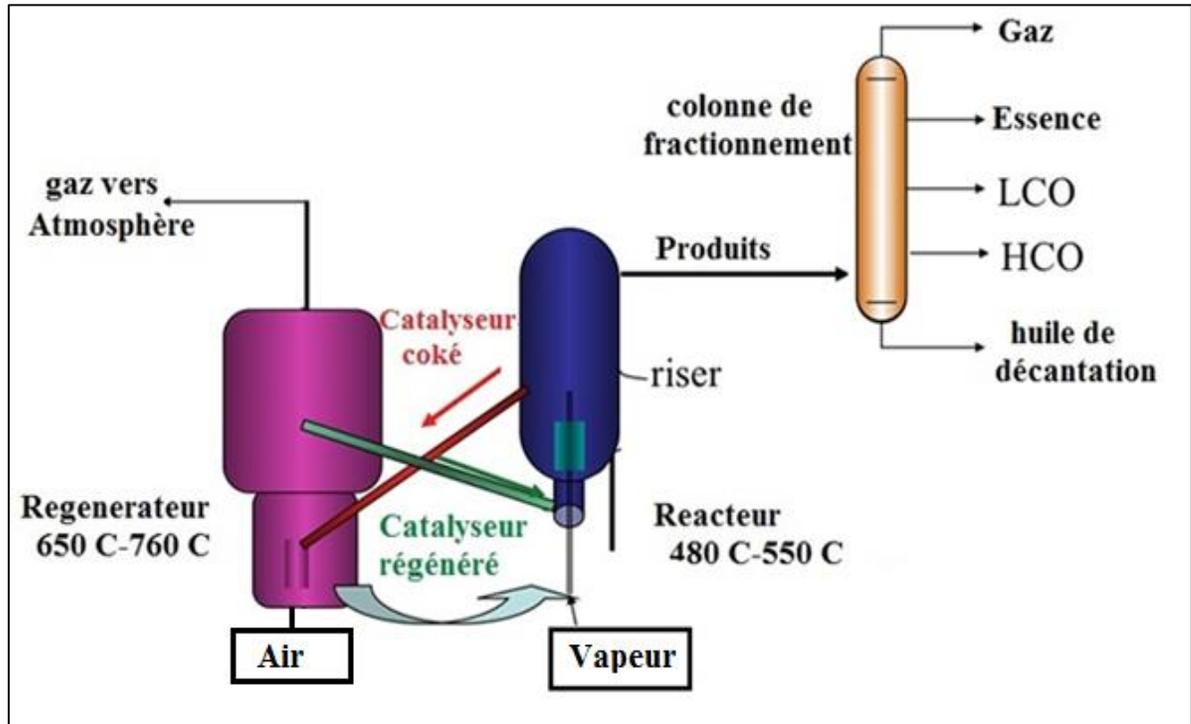


Figure (8) Schéma du principe de fonctionnement de RFCC

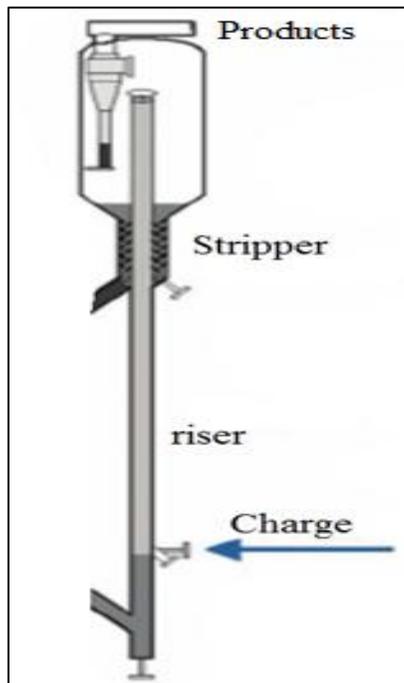


Figure (9) Schéma détaillé du réacteur

6-3- Colonne de fractionnement :

Les produits du réacteur constituent la charge alimentant la colonne de fractionnement. Celle-ci (la charge) étant vaporisée et surchauffée, des reflux sont réalisés à des niveaux différents de la colonne dans le but de faciliter la séparation entre les produits légers et lourds. Cette colonne fractionne le produit de vapeur de la section de réaction. Les produits de cette section sont l'huile à cycle lourd (HCO), l'huile à cycle léger (LCO) et le naphta lourd. Les flux de vapeur et de liquide en tête de la colonne de fractionnement sont ensuite traités dans la section Récupération du gaz (Usine à gaz). Les produits de cette section sont l'essence légère, le gaz combustible et le GPL. Le fond de la colonne est constitué par une huile lourde appelé slurry. Celle-ci est utilisée comme combustible au niveau des chaudières de la centrale électrique.

➤ Vapeurs de tête de la colonne C 203-201 :

Après séparation des produits dans la colonne, les vapeurs de tête sont refroidies dans les échangeurs E203-201 / 1.2 par de l'eau et dans les aéro-réfrigérant A203-201 / 1.2 puis dans les condenseurs E203-202 / 1.2, finalement le mélange liquide-gaz-eau est recueilli dans le ballon de séparation D203-203 à 40 °C. La phase liquide du ballon est aspirée par la pompe P203-202 / 1.2 et refoulée dans deux directions différentes ; Vers la colonne d'absorption primaire C203-301 comme absorbant des gaz craqués et vers la section terminale du rizer (si nécessaire). Les gaz du ballon D203-203 (gaz craqués) sont aspirés par le compresseur K-203 301 à deux étages pour compression. L'eau acide du ballon est refoulée par la pompe P203-208 / 1.2 vers le stripper se trouvant dans la section de traitement (refining).

Gasoil (L. C.O (light cycle oil)) ce gasoil est aspiré à partir du 12^e et 14^e plateau de la colonne C 203-201 puis admis dans le stripper C203-202.

6-3-1- Refroidissement du gasoil :

Après stripping le gasoil est aspiré par la pompe P203-204 / 1.2, il transmet la chaleur pour le résidu atmosphérique au niveau de l'échangeur E203-205, au fond de la colonne d'absorption secondaire (Rich oil) au niveau de l'échangeur E203-206 puis est refroidi dans l'aéro-réfrigérant A203-203.

En quittant l'aéro-réfrigérant A203-203, le gasoil est refoulé dans deux directions différentes :

- Vers le condenseur E203-207 puis vers la section refining de l'unité pour traitement (déshydratation ...) et finalement vers le stock comme produit conforme.
- Vers le condenseur E-203 208, une fois refroidi il alimentera la colonne d'absorption secondaire C203-303 au niveau du 1^{er} plateau comme liquide d'absorption.

➤ **Reflux de tête:**

Il est aspiré à partir du 4^e plateau de la colonne C203-201 par la pompe P202-203 / 1.2, il traverse l'échangeur E203-203 / 1. 2 (transfert de chaleur à l'eau chaude), avec une température de 80 °C et l'aéro-réfrigérant A203-202 / 1.2 puis retourne à la colonne au niveau du premier plateau.

➤ **Reflux moyen :**

Aspiré par la pompe P203-205 / 1. 2 à partir du 17^e plateau, échange la chaleur avec le fond de la colonne C203-201 (slurry) au niveau de l'échangeur E203-209, transmet la chaleur au rebouilleur E203-309 de la colonne stabilisatrice C203-304, au rebouilleur E203-308 du stripper (dééthaniseur) C203-302 et à l'eau chaude dans l'échangeur E203-204 avec une température de 190°C, puis retourne à la colonne C203-201 au niveau du plateau 14.

- **Huile lourde de recyclage : H.C.O (Heavy cycle oil) :**

L'huile lourde de recyclage : H.C.O s'écoule directement dans le ballon D203-202 à partir du 27^e plateau de la colonne C203-201.

La pompe P203-206 / 1.2 refoule le H.C.O dans deux directions différentes :

Une partie retourne au 28^e plateau de la colonne de fractionnement, l'autre partie est mélangée avec le Slurry comme charge du riser.

➤ **Reflux de fond :**

Le fond de la colonne C203-201 (Slurry) est aspiré par la pompe P203-207 / 1.2 puis refoulé pour échange de chaleur avec le reflux moyen au niveau de E203-209 puis avec de la vapeur d'une pression de 3.5 Mpa au niveau de l'échangeur E203-211 / 1.2.

A la sortie de l'échangeur E203-211 / 1.2 la température est de 280 °C, une partie du Slurry retourne au niveau de la base de la colonne de fractionnement comme reflux de fond.

L'autre partie est filtrée dans le filtre à Slurry (séparation des fines particules du catalyseur) puis refroidie dans le condenseur E203-212 jusqu'à 90 °C et coulée vers le stockage comme produit fini.

I. 7- Caractéristiques des produits :

Les qualités des produits de la réaction de craquage sont liées de façon complexe a :

- La qualité de la charge (pétrole brut).
- Aux conditions opératoires.
- Aux propriétés et à la structure du catalyseur.
- A la technologie employée.

I. 8- Conclusion :

Dans ce chapitre nous sommes arrivés à comprendre les procédés de raffinage du pétrole avec ses différentes étapes. Nous avons conclu aussi, que l'unité RFCC se compose principalement de quatre sections : la section réactionnelle (réacteur/régénérateur), la section fractionnelle, la section pompage des produits finis et la section stockage. Notre travail porte sur l'étude des deux sections essentielles, sont la section réactionnelle et pompage.

Vu la valeur qu'elle fournit l'RFCC au marché économique est considérée comme le cœur de la raffinerie car elle permet de recycler les fractions lourdes qui représentent 40% du pétrole brut.

Chapitre I

Chapitre II

Chapitre III

Chapitre IV

Annexe

II-1-Introduction :

Le risque en statistiques descriptives est défini comme la probabilité d'exposition à un danger ou à un événement (accident) pendant un intervalle de temps défini. En gestion des risques, il est l'association de quatre facteurs : un danger , une probabilité d'occurrence, sa gravité et de son acceptabilité.

L'unité du craquage catalytique utilise des fours, réchauffeurs et échangeurs qui peuvent s'exposer à de fortes chaleurs et produisent ou emploient de très nombreux gaz et produits chimiques (catalyseur) caustiques et/ou toxiques dont certains sont cancérogènes, avec des risques chimiques considérables.

De très nombreux postes de travail recèlent aussi des risques physiques importants, tels que les traitements à une forte intensité sonore. Ces risques chimiques, thermiques, sonores et physiques font de la raffinerie une activité très accidentogène. Par ailleurs, la présence massive de gaz et de vapeurs combustibles expose à un risque grave d'explosion et d'incendie, c'est ce qu'on appelle les zones ATEX.

II-2-1-Les risques chimiques :

Les gaz et vapeurs d'hydrocarbures peuvent provoquer l'anoxie ou l'asphyxie par manque d'oxygène, avec des malaises pouvant être mortels : ces situations se rencontrent avec les hydrocarbures gazeux (gaz de pétrole liquéfié GPL, propane, butane...) ou vapeurs de liquides hautement volatils en fortes concentrations (essences, solvants), émis par une fuite dans une conduite ou un réservoir. Des atteintes respiratoires sont causées par l'inhalation d'autres gaz irritants, asphyxiant et/ou toxiques que dégage le raffinage du pétrole : H₂S, NH₃, HCN, CO, NO, NO₂, SO₂, HF ... L'inhalation de ces gaz provoque des affections des voies respiratoires supérieures et inférieures aiguës ou chroniques en pénétrant dans les bronchioles et alvéoles pulmonaires.

2-2- Les risques d'incendie et d'explosion :

La plupart des hydrocarbures liquides dégagent à leur surface, avant même d'avoir atteint leur température d'ébullition, des vapeurs combustibles qui s'enflamment et/ou explosent au contact d'une source de chaleur importante.

Les hydrocarbures gazeux et les vapeurs d'hydrocarbures émis par les hydrocarbures liquides peuvent aussi former avec l'air des mélanges explosifs.

Parmi les accidents d'explosion qui ont marqué un nombre de perte matérielle et humaine on cite les explosions de :

- Flixborough en Angleterre le 1 juin 1974, 28 morts et 36 gravement blessés.
- Bhopal en Inde, 3000 morts et 200 000 blessés.
- Texas en Amérique, 15 morts et 150 blessés.



Figure (10) Explosion Flixborough, le 1 juin 1974



Figure (11) Explosion Texas en Amérique

II -3-Système d'arrêt d'urgence (ESD):

Notre système d'arrêt d'urgence (ESD) est conçu pour minimiser les conséquences des situations d'urgence, telles que des fuites d'hydrocarbures ou des incendies dans des zones de stockage d'hydrocarbures ou des zones potentiellement dangereuses.

3-1- Intérêts et avantages de l'ESD :

- ✚ Isoler les stocks d'hydrocarbures.
- ✚ Isoler le matériel électrique.
- ✚ Prévenir l'escalade des événements.
- ✚ Arrêter le flux d'hydrocarbures.
- ✚ Dépressurisation / purge.
- ✚ Contrôle de ventilation d'urgence.
- ✚ Peut également faire partie du système de détection et de protection incendie / gaz.

II- 4-Analyse des risques dans l'unité RFCC :

4-1-Analyse du risque dans les pompes :

L'unité RFCC contient beaucoup de pompes transportant différents produits à partir de la colonne de fractionnement, parmi ces produits il y a ceux qui s'enflamment rapidement : Essence et GPL. Ces pompes sont situées dans la zone ATEX (Atmosphères Explosives), cette norme est issue de deux directives européennes (2014/34/UE ou ATEX 95 pour les équipements destinés à être utilisés en zones ATEX, et 1999/92/CE ou ATEX 137 pour la sécurité des travailleurs) ou le risque d'incendie et d'explosion est très élevé, classées selon le type de zones ATEX dans la zone 0, sans oublier les conditions climatiques du sud algérien (vent, température élevée) qui peuvent aggraver la situation dans le cas d'une fuite au niveau des pompes.

Zone 0 : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

Référence de la pompe	Produit transporté	Pression du liquide de procédé
P-203 306/1.2	GPL	9,50 bar
P-203 301/1.2	Essence	16,40 bar
P-203 305/1.2	Essence	14,40 bar
P-203 302/1.2	Essence	14,00 bar
P-203 601/1.2	GPL	8,20 bar
P-203 202/1.2	Essence	0,70 bar

Figure (12) Tableau des pompes de l'RFCC transportant les produits les plus inflammables

Le tableau ci-dessus comporte les références et les pressions de quelques pompes de l'unité RFCC qui transportent les produits finis les plus inflammables de la colonne de fractionnement vers le stockage.



Figure (13) Pompes des produits finis de l'unité RFCC



Figure (14) Pompe certifiée ATEX

4-1-1- Analyse de pression et de température :

l'analyse de pression et de température dans l'unité RFCC nous a permis de récapituler les informations dans les tableaux suivants afin de pouvoir réaliser et concevoir notre projet.

- **Analyse de pression :**

➤ **Haute pression :**

Causes	Conséquences	Système de prévention actuel	Recommandation
-Haute pression de produit au niveau de bac d'alimentation.	- Fuite au niveau des points faible de la pompe.	- Indicateur de pression local.	-Amélioration de système d'automatisme : ajouter un transmetteur de pression au niveau de l'ESD et DCS .
-Augmentation de la température.	-cavitation de la pompe.		-Ajouter une alarme Haute Pression PHH au niveau du l'ESD « Emergency ShutDown» et du DCS.

➤ **Basse pression:**

Causes	Conséquences	Système de prévention actuel	Recommandation
- Bouchage de filtre d'aspiration.	-Mauvais écoulement de produit dans les canalisations du procès.	-Indicateur de pression local.	-Entretien périodique des filtres d'aspiration (nettoyage ou changement).
- Fuite importante dans la tuyauterie (partie amont). -Erreur opérationnel (la vanne de by-pass est ouverte).	-Débit faible.	-Indicateur de pression local.	-Ajouter une alarme Basse Pression PLL au niveau de l'ESD et du DCS.

- **Analyse de température :**

➤ **Haute température :**

Causes	Conséquences	Système de prévention actuel	Recommandation
-Température du liquide très élevée.	-Perte des propriétés mécaniques des matériaux de la pompe.	-Indicateur local de température.	-Ajouter un transmetteur de température avec alarme THH au niveau d'ESD et du DCS.
- Mauvais refroidissement (interruption de l'eau de refroidissement)	-Instabilité d'écoulement du produit.	-Une autre pompe stand-by.	-Ajouter un système de démarrage automatique de pompe en stand-by
- Cavitation dans la pompe (présence des poches d'air dans la pomper).	-Arrêt de la pompe.	-Une autre pompe stand-by.	-Ajouter des détecteurs de gaz et de feu à proximité des pompes.
- Source de chaleur externe. -Mauvaise lubrification par l'huile (frottement).	-Détérioration de la garniture mécanique de la pompe. -Incendie.		-Ajouter un système déluge pour la protection de pompes. -Ajouter un système de caméra de télésurveillance.

➤ **Basse température :**

Cause	Conséquence
-La température de l'environnement est faible.	-Des changements mineurs sur des paramètres de procès.

4-2-1- perturbation de pression ou de débit :

L'analyser le débit et la pression dans la section réactionnelle nous a permis de rédiger le tableau suivant afin qu'on puisse concevoir notre projet:

Causes	Conséquences	Prévention et Protection	Recommandation
-Bouchage ou détérioration du filtre des pipes qui mènent vers le capteur de pression.	-Déclenchement de l'ESD pour la moindre perturbation.	-un seul transmetteur de pression.	-Ajouter 2 transmetteur de pression en parallèle et faire le voting entre les 3 pour localiser la défaillance (instrument ou procès)
-Perturbation de l'un des paramètres (T, poids...)	-Perturbation du procès, obtention de produits non conformes (ex. : essence a un faible indice d'octane).		
-Fuite au niveau de ligne.	- Mauvaise régénération du catalyseur.		
-perturbation du débit de la charge(BRA).	-Risque de pénétration d'air vers le réacteur à partir de régénérateur qui peut provoquer une explosion. -Augmentation ou diminution de la température du réacteur. - Détérioration de la slide valve (tiroir).	-un seul transmetteur de débit.	-Ajouter 2 transmetteur de débit en série et faire le voting entre les 3 pour localiser la défaillance (instrument ou procès).



Figure (16) Slide valve (Tiroir)



Figure (17) Effet de la chaleur sur le tiroir



Figure (18) Effet de l'augmentation de la pression sur le tiroir

II- 5-L'automate TRICONEX:

Triconex est à la fois le nom de la marque Schneider Electric qui fournit des produits, systèmes et services pour les applications de sécurité, de contrôle critique et de turbomachines, ainsi que le nom de ses périphériques utilisant le logiciel d'application TriStation. C'est un équipement présentant les meilleures caractéristiques de disponibilité, de sécurité et de maintenabilité. Les produits Triconex reposent sur la technologie brevetée d'arrêt de la sécurité industrielle, à architecture modulaire à redondance triplée (TMR).

Cet automate prend en charge les niveaux d'intégrité de sécurité SIL3, ceci étant le niveau le plus élevé pour la réduction des risques, surtout que nous sommes dans un environnement fortement explosif.

Dans cette raffinerie on utilise le TRICONEX seulement pour l'ESD de l'unité RFCC, et l'unité Topping vue leurs sensibilité et le degré de sécurité qu'elles nécessitent.

5 -1-la technologie redondance triple modulaire (TMR) :

C'est l'avantage principal du Triconex, il garantit un contrôle en continu, sans erreur, en cas de défaillance des composants, ou de présence de fautes transitoires d'origines internes ou externes, grâce à la "TMR", depuis les points d'entrées jusqu'aux points de sorties en passant par les processeurs principaux A, B et C.

Chaque module d'entrées/sorties contient trois chaînes de traitement redondantes et indépendantes. Chaque chaîne de traitement des modules d'entrées lit les données du procédé et transmet cette information au processeur principal auquel elle est rattachée.

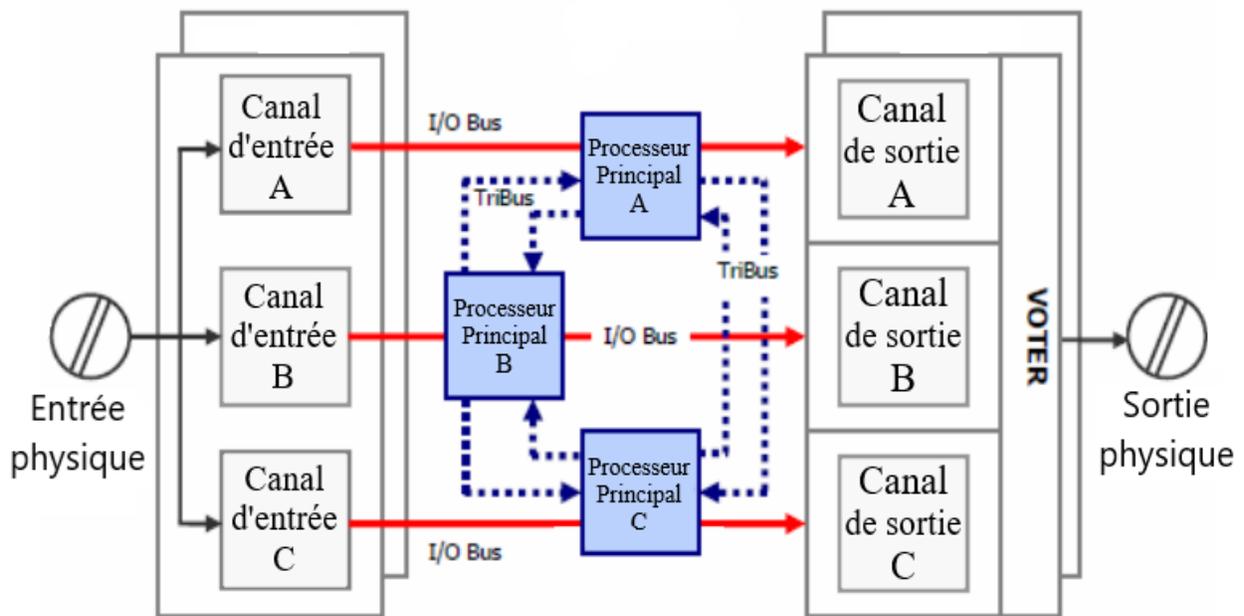


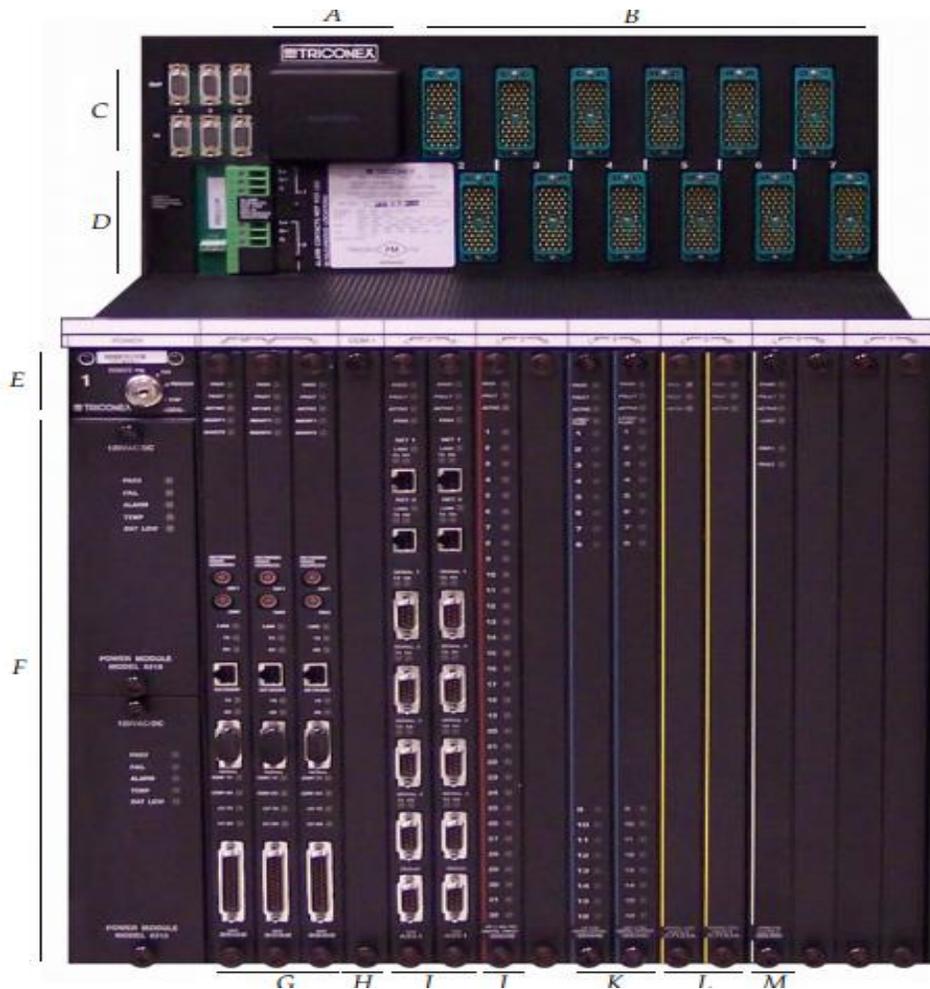
Figure (19) L'Architecture Modulaire Triplée du système TRICON

5 -2- Les tolérances aux pannes dans le Tricon (TMR)

La force du Tricon réside, justement dans sa tolérance aux pannes et la détection des éventuels défauts et surtout à prendre les dispositions nécessaires pour pallier ces défaillances et en limiter les conséquences, notamment vis à vis de la sécurité et de la disponibilité, qui lui permet de répondre aux exigences d'aujourd'hui des procédés industriels. Cette tolérance aux pannes ne pouvait être réalisée qu'à travers le concept de l'architecture modulaire à redondance triplée (TMR).

Le système avec une telle architecture consiste en trois systèmes de contrôle parallèles et distincts intégrés dans un même ensemble matériel. Le vote des données logiques de type deux sur trois (2/3) garantit un fonctionnement en continu à haut niveau d'intégrité et sans erreurs.

Le système TRICON constitue un seul ensemble matériel, ce qui permet de développer ainsi qu'un seul programme d'application et de le charger dans les trois processeurs en une seule opération. Les signaux au niveau des modules d'entrées sont échantillonnés et traités par trois chaînes indépendantes puis transmis aux trois processeurs par des chemins de communication distincts. Une fois le programme d'application exécuté, les modules de sortie effectuent un vote de type deux sur trois sur les valeurs calculées des sorties transmises par les trois modules processeurs, puis envoient le résultat aux borniers de sortie et de là aux organes à commander sur le site.



A : Batterie de sauvegarde de la mémoire
 B : Connecteurs pour terminaisons
 C : Ports d'extension I / O
 D : Bornes de puissance
 E : Interrupteur à clé
 F : modules d'alimentation redondants
 G : Trois processeurs principaux A, B et C.

H: emplacement COM (vide)
 I: Deux TCM
 J: module DI sans réserve
 K : Module DO avec hot-spare
 L : Module AI avec hot-spare
 M : module AO sans réserve

Figure (20) Exemple de disposition d'un châssis Tricon

Hot-spare : un disque est utilisé comme mécanisme de basculement pour assurer la fiabilité des configurations système. Lorsqu'un composant clé tombe en panne, le disque de secours est mis en service.

5 -3- Caractéristiques et avantages du Tricon :

Les principaux avantages et caractéristiques du système TRICON sont les suivants :

- ✚ **Un isolement total à tous les niveaux :** La défaillance de n'importe quel composant de l'architecture n'a aucune incidence sur le bon fonctionnement de l'ensemble du système TRICON.
- ✚ **Un très haut niveau de sécurité :** Grâce à son architecture TMR et à sa puissance de diagnostic, le système TRICON atteint le niveau d'intégrité de sécurité SIL3.
- ✚ **Un très haut niveau de disponibilité :** Le système d'architecture TMR fonctionne avec trois modules processeurs. Les modules en défaut peuvent être remplacés sans interruption du fonctionnement du système et ainsi permettre d'assurer un contrôle continu.
- ✚ **Une maintenance à moindre coût :** Grâce aux systèmes de diagnostic intégrés qui détectent automatiquement les modules en défaut qui doivent être remplacés, les actions de maintenance sont rapides et ciblées.
- ✚ **La possibilité d'une maintenance différée :** il est tout à fait possible de différer la maintenance, grâce à son architecture TMR et à son option de pièce de rechange à chaud, le système continue de fonctionner de manière intègre avec le module d'entrées/sorties de secours situé à côté du module d'entrées/sorties qui manifeste le défaut, le module défaillant est désactivé puis il se met en alarme et le système poursuit son fonctionnement normal.
- ✚ **La possibilité d'intégration et de communication avec d'autres systèmes :** TRICON intègre la possibilité d'être connecté avec d'autres TRICON, des systèmes numériques de contrôle commande distribués et autres équipements à travers des connexions à haute vitesse.
- ✚ **La possibilité de déporter les châssis :** Les châssis peuvent être déportés jusqu'à 12 km du châssis principal, par liaisons fibres optiques.
- ✚ **La possibilité de gérer jusqu'à 118 modules d'entrée/sortie :** Le TRICON présente un large éventail de modules d'entrées/sorties logiques et analogiques ainsi que des cartes de communication.
- ✚ **La possibilité de fonctionnement dans des conditions climatiques rudes.**

III-6- L'environnement de programmation Tristation 1131 :

Le logiciel Tristation 1131 fonctionne sous le système d'exploitation Windows de Microsoft, Avec lequel on peut créer et éditer des programmes et des blocs fonctionnels, ainsi que la configuration matérielle de l'automate TRICON, des noms de variables (Tag), des instances des programmes et connecter les noms de variables aux variables programmes. On peut vérifier l'exécution des programmes d'application à partir des écrans de contrôle.

La connexion au système TRICON se fait avec une liaison série RS-232/422 (via le protocole MODBUS), directement par les modules EICM ou TCM.

➤ **Editeurs de langage :**

Les éditeurs de langage du Tristation sont :

a. Langage Diagramme Fonctionnel ou FDB (Function Block Diagram) :

C'est un langage graphique structuré en réseaux composé d'éléments fonctionnels interconnectés par un câblage à travers lequel sont échangées des variables de type booléen ou logique, entiers, réels et autres.

b. Langage à Contact ou LD (Ladder Diagram) :

C'est est un langage graphique structuré en réseaux connectés de part et d'autre sur des rails d'alimentation. Des liens assurent le transfert des données binaires à partir d'un rail d'alimentation (+) vers les symboles du langage LD interconnectés. Ce langage repose sur un ensemble de symboles représentant les contacts relais et les bobines, ainsi que sur les blocs fonctionnels comme instructions.

c. Langage Littéral ou ST (Structured Text)

Ce langage est un langage textuel de haut niveau comparable au PASCAL. Le langage ST permet de créer des expressions booléennes et arithmétiques ainsi que des algorithmes structurés comme les instructions conditionnelles (IF, THEN, ELSE,...). Les blocs fonctionnels peuvent être appelés et utilisés dans un programme écrit en langage ST.

➤ **Editeur de configuration :**

L'éditeur de configuration permet de définir les éléments d'un projet à télécharger dans l'automate TRICON. La fenêtre fractionnée de l'éditeur et l'arborescence des données permettent aux utilisateurs de définir facilement la configuration matérielle du système TRICON. Les points d'entrées/sorties, les instances des programmes et les registres mémoire. Les noms des variables (tag), les descriptions, les alias et les positions dans la configuration matérielle sont déclarés à l'intérieur des arborescences des variables de l'éditeur et sont aussi référencés aux variables programmes à l'aide de l'assistant Connexion (Connection Wizard).

Les branches suivantes de l'arborescence sont accessibles à partir de l'éditeur de configuration :

1. Déclaration des instances des programmes (program instance déclarations).
2. Connexion des points du TRICON (TRICON point Connections).
3. Configuration matérielle du système TRICON (TRICON system configuration).
4. L'assistant de Connexion (The Connection Wizard)

➤ **Écran de contrôle émulateur :**

Avec la Tristation 1131 l'utilisateur peut émuler et mettre aux points toutes les instances des programmes sans avoir besoin de la présence de la configuration matérielle. Les fonctions disponibles dans la fenêtre de l'émulateur permettent de se connecter au module simulateur et d'y charger les instances du programme à émuler.

L'écran de contrôle de l'émulateur permet également de sélectionner la supervision d'une instance de programme dans son langage de développement, c'est-à-dire en Diagramme Fonctionnel ou en langage à Contact.

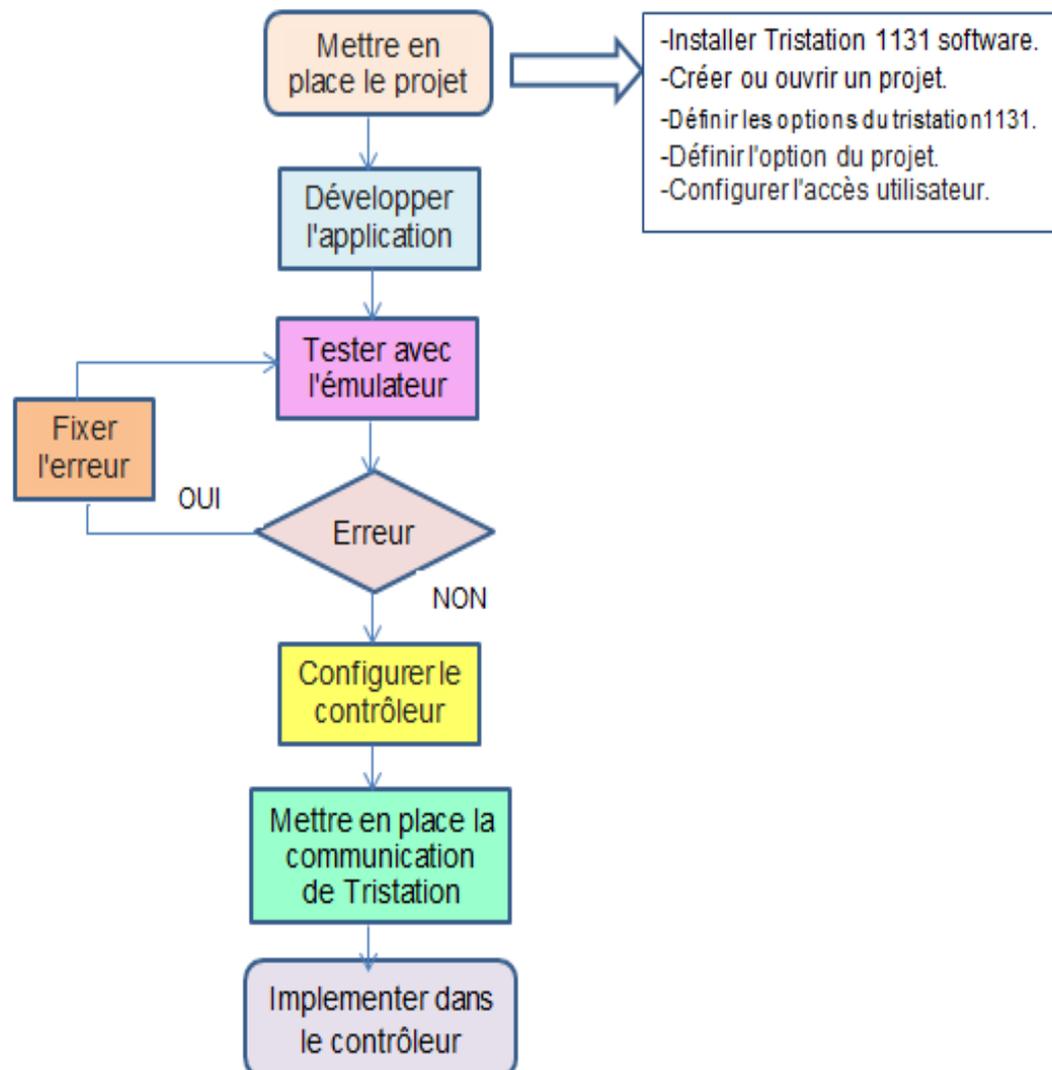
➤ **Ecran de contrôle Tricon :**

L'écran de contrôle TRICON permet de télécharger toutes les instances des programmes et toutes les données de configuration dans l'automate TRICON. Une fois la configuration téléchargée dans le système TRICON, cet écran permet de lancer, d'exécuter pas à pas ou d'interrompre l'exécution du programme.

➤ **Implémentation d'un projet sous Tristation :**

Dans cette partie, nous allons montrer comment créer un projet sous tristation 1131.

La figure suivante montre un cycle de projet typique et les principales étapes de la création d'un projet sous Tristation 1131.



II -7-Outil de développement des IHM Intouch Wonderware :

En 1987, Wonderware a révolutionné le monde industriel avec le logiciel InTouch, logiciel de visualisation (IHM) de Tristation... la première solution de supervision industrielle fonctionnant sous Microsoft Windows et a été nommé partenaire industriel international de l'année par Microsoft.

Depuis 25 ans, Wonderware InTouch ne cesse d'évoluer pour conserver sa place de numéro 1 mondial dans le domaine de l'IHM industriel.

Wonderware "In Touch" fournit une vue intégrée unifiée de toutes les ressources de contrôle et d'information. Le logiciel Wonderware est utilisé dans diverses industries, notamment les assemblages automobiles, les industries extractives et les métaux, l'électricité, le pétrole et le gaz, les produits chimiques, l'énergie, l'eau et les eaux usées.

InTouch contribue à la performance de l'utilisateur en apportant :

- Un meilleur suivi en temps-réel.
- Une plus grande flexibilité.
- Une gestion plus efficace de la sécurité.
- Une maîtrise plus précise des coûts de production.

Ne disposant pas du système d'exploitation Windows NT nous avons utilisé le logiciel de virtualisation des machines VMWare Workstation, qui nous permet d'utiliser Intouch sous la machine virtuelle WIN XP car il est compatible et plus stable.

II -8- Conclusion :

Les analyses de risque ont généralement conclu que le système d'arrêt d'urgence ESD nécessitait un niveau d'intégrité de sécurité élevé, généralement SIL 2 ou 3. Il consiste essentiellement en des capteurs montés sur site, des vannes et des relais de déclenchement, une logique système pour le traitement des signaux entrants, des unités IHM et des alarme.

Le système est capable de traiter les signaux d'entrée et d'activer les sorties conformément aux tableaux de causes et conséquences prédéfinis.

III - 1-Introduction :

Tel que déjà vu dans l'analyse des risques dans l'unité du craquage catalytique, les pompes qui transportent les produits finis de la colonne de fractionnement vers le stockage n'ont pas de système de sécurité et ne sont pas reliées ni au DSC, ni à l'ESD.

La photo ci-dessous montre les séquelles d'un accident qui s'est produit le mois d'Octobre 2018 dans la pompe du BRA où une légère explosion a failli faire des dégâts plus importants au niveau de la raffinerie.



Figure (21) Traces de l'accident



Figure (22) Petite courbure du support

Les garnitures mécaniques sont une source importante de préoccupation et d'échec dans de nombreuses installations en exploitation. La norme API 682 de l'American Petroleum Institute fournit diverses configurations de plans d'étanchéité, leurs avantages et inconvénients, ainsi qu'une bonne description de chacun des plans.

Pour éviter que d'autres accidents se produisent, nous avons réalisé un programme sous Tristation pour assurer aux pompes un démarrage, un fonctionnement et un basculement en toute sécurité, et l'appliquer au plan 53B qui est disponible sur le site dans certaines pompes mais n'est pas relié à l'ESD.



Figure (23) Pompe avec ballon de protection

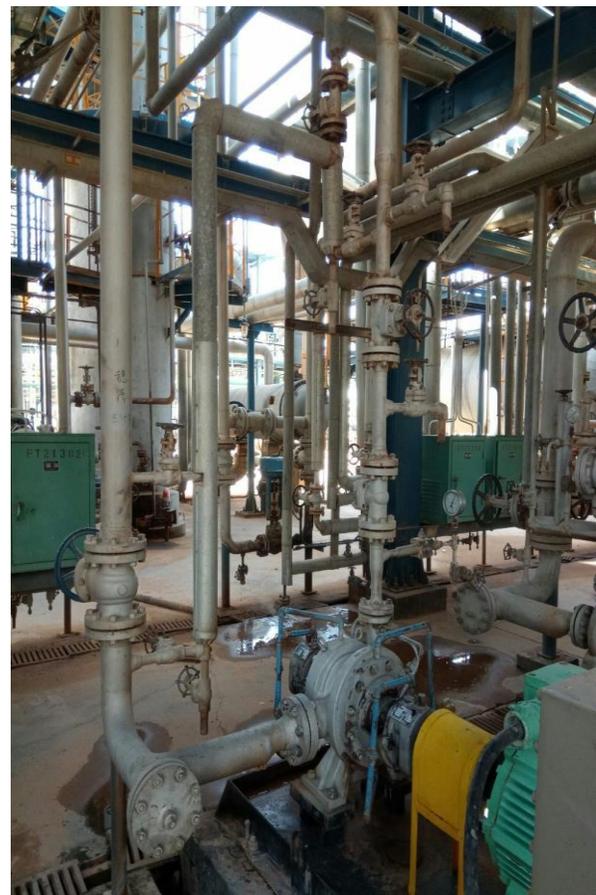


Figure (24) Pompe sans ballon de protection

III -2- Choix du plan de la pompe :

Le choix du plan API 53B est réalisé selon les étapes ci-dessous :

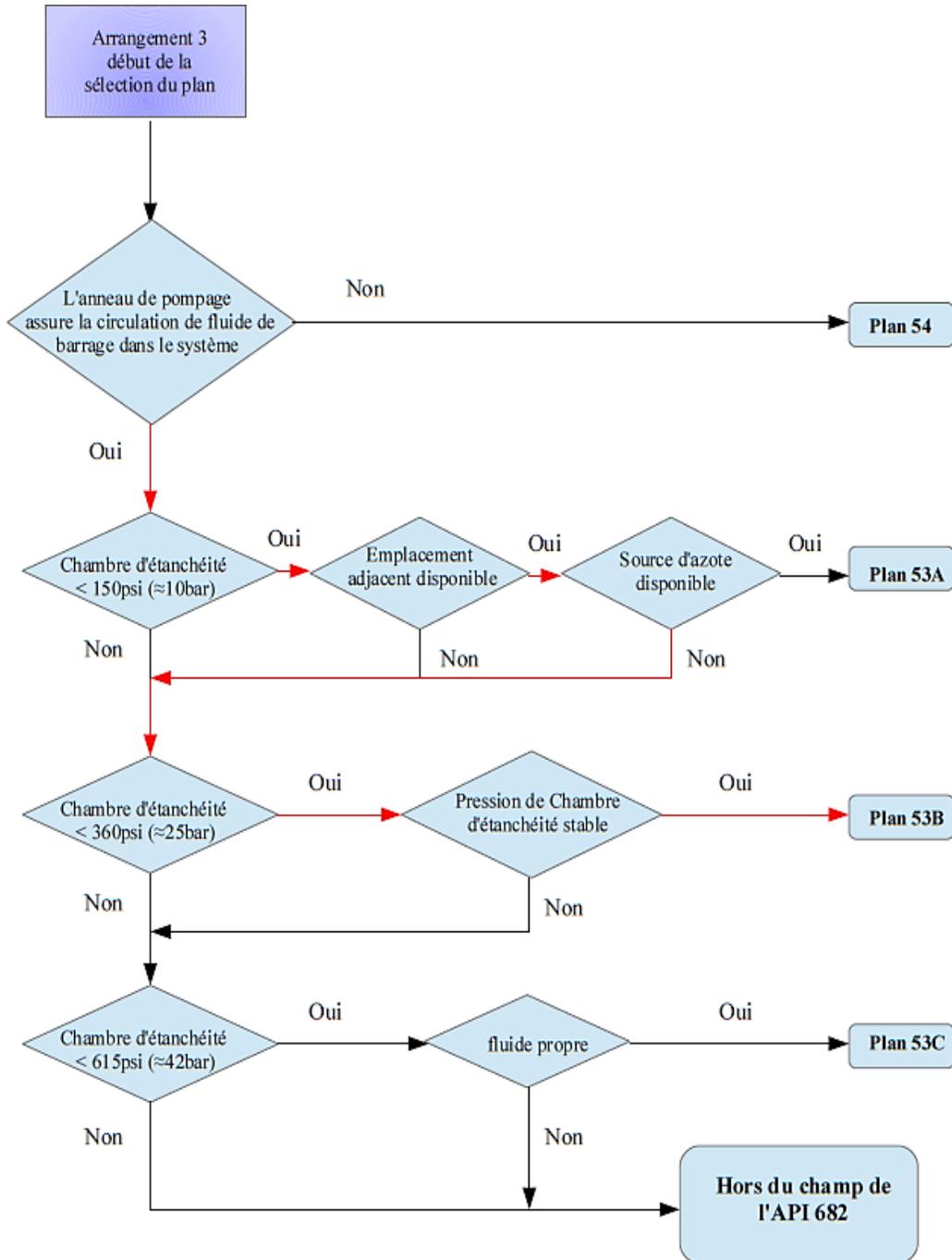


Figure (25) Organigramme de choix du plan de la pompe

III - 3-Plans de tuyauterie à joint mécanique API 53B :

Le tableau ci-dessous explique le principe de fonctionnement du plan API 53B : (à lire de façon verticale)

Plan 53B			
Description	Fonctionnement	Objectif	Applications
<p>-Circulation forcée, assurée par un anneau de pompage du fluide barrière contenu dans un circuit fermé pressurisé.</p> <p>- Le fluide barrière doit être compatible avec le processus.</p> <p>-Un accumulateur à vessie est rechargé à une certaine valeur calculée de pression de précharge (pressurisée), fournit et maintient la pression dans le système de circulation.</p> <p>- La chaleur est éliminée grâce à un échangeur thermique.</p>	<p>-lorsque le joint échoue les fuites sont plus importantes que prévu car tous les joints fuient dans une certaine mesure, le fluide de barrage, étant à une pression supérieure, repoussera la fuite dans le processus plutôt que de laisser le fluide s'échapper à l'extérieur du processus.</p>	<p>-Eviter la pollution à l'extérieur en cas de fuite.</p> <p>-Zéro émissions ou très faibles, et en maintenant un différentiel de pression constant au-dessus de celle du processus.</p> <p>-Fourniture d'un refroidissement par air ou eau en fonction de la quantité de chaleur.</p>	<p>-Pompes horizontales ou verticales.</p> <p>-Ajustement de garniture double pressurisée.</p> <p>- Le fluide barrière doit être à 2bars au-dessus de celle de fluide pompé.</p> <p>-fluides à haute tension de vapeur, hydrocarbures légers, fluides dangereux, fluides toxiques, inflammables.</p>

La figure ci-dessous montre un aperçu de base de ce à quoi ressemble un plan 53B. Il s'agit d'un plan de rinçage sous pression qui s'utilise avec une configuration à double joint (c'est-à-dire à deux garnitures).

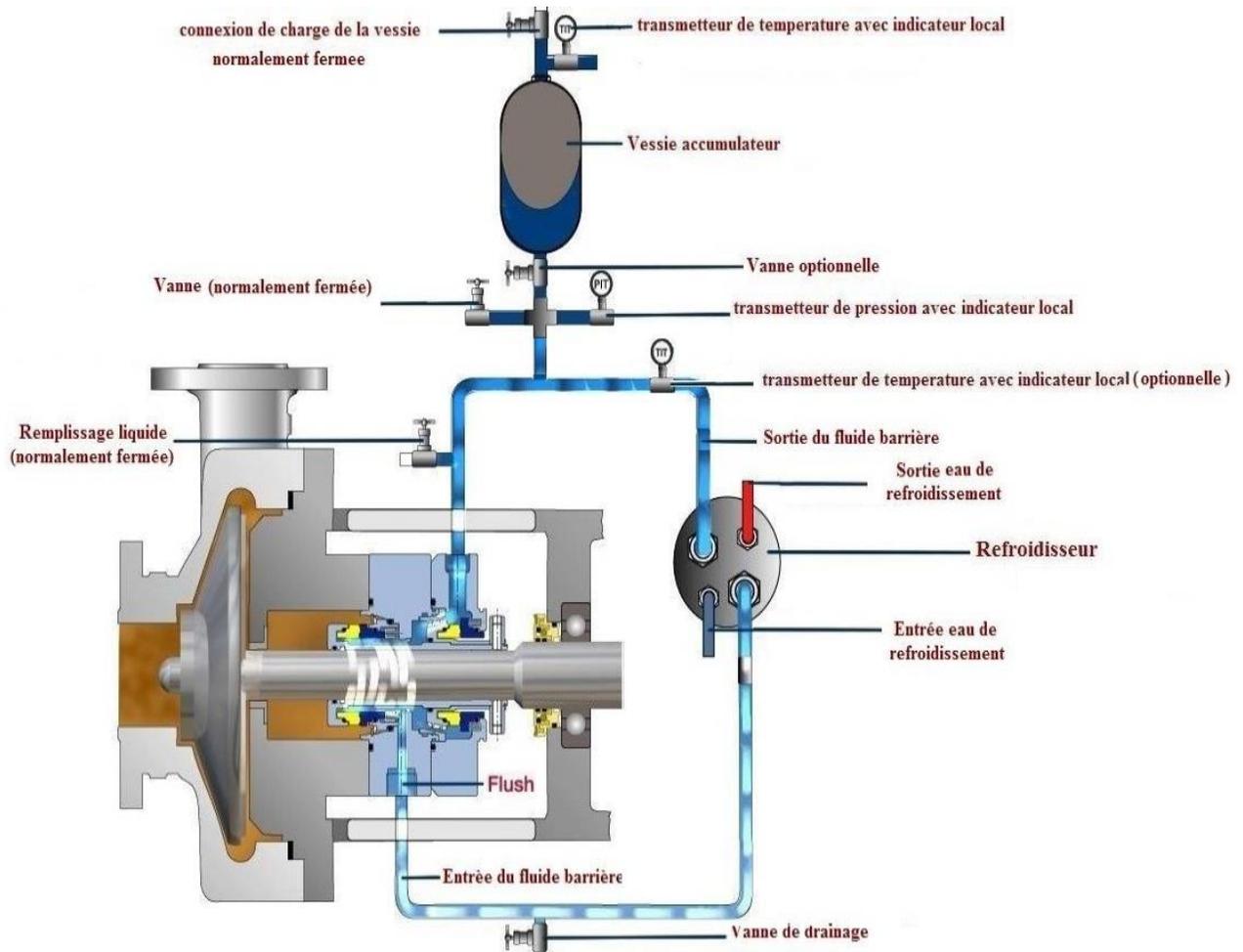


Figure (26) Schéma détaillé d'une pompe API Plan 53B



Figure (27) Photo du plan 53B sur le site

III - 4- Maintenance préventive:

Pour assurer le bon fonctionnement de notre solution il faut l'entretenir en suivant ses étapes :

- La boucle de tuyauteries doit être entièrement dégazée avant le démarrage.
- L'accumulateur doit être pressurisé en permanence, habituellement par une charge de gaz.
- Le fluide de barrage doit être compatible avec le liquide véhiculé.
- Surveiller régulièrement la pression de barrage.
- Ajouter manuellement du liquide de barrage quand la pression décline.

4-1- Maintenance préventive systématique:

Le concept du Plan 53B tel que décrit dans la norme API 682 est basé sur un intervalle de remplissage de 28 jours. Certaines variantes du Plan 53B sont conçues pour avoir une plage de pression de fonctionnement inférieure et nécessitent par conséquent un remplissage fréquent.

III - 5- Description du systeme de securite :

Ce systeme permet un demarrage, un fonctionnement et un basculement en toute securite sans perturber le process.

- Le demarrage se fait par verification des conditions initiales et des parametres (pression, temperature) predeterminees et etudies.
- Purger la pompe pendant 4S pour eviter la cavitation de la pompe.
- Faire rentrer la pompe dans la ligne de fonctionnement.
- Si l'un des parametres est perturbe la pompe s'arrete, declenche l'alarme et donne la main a l'operateur pour basculer a la 2eme pompe qui est en standby.
- La deuxieme pompe execute le meme cycle que la premiere.

Le basculement des pompes se fait selon le tableau ci-dessous :

Pompe 01	Pompe 02	Demarrage de la pompe :
Prête	Prête	1 ou 2
Prête	Alarme	1
Alarme	Prête	2
Alarme	Alarme	Systeme en arrêt

5-1-Le grafctet du fonctionnement :

5-2- Description du fonctionnement du système :**➤ Phase1 :**

- Appuyer sur le bouton START.

- Nous avons les capteurs suivants:

FVdf : capteur fin de course vanne de distribution Vd fermée.

FVrf : capteur fin de course vanne de refoulement Vr fermée.

FVto : capteur fin de course vanne vers torche Vt ouverte.

THH_F_B : capteur de haute Température du fluide barrière.

THH_G_N : capteur de haute Température du fluide barrière.

PLL : capteur de basse pression.

PM : pas de maintien dans la pompe (prête pour fonctionner)

SW : bouton pour sélectionner la pompe.

BAU : bouton arrêt d'urgence de pompe.

-Les états des capteurs au démarrage sont vérifiés selon le tableau ci-dessous

Capteur	Etat initial
FVdf	1
FVrf	1
FVto	1
THH_F_B	0
THH_G_N	0
PLL	0
PM	0
BAU	0

- LD : la lampe de démarrage.

-Purger la pompe pendant 4S, pour cela il faut que la vanne de distribution et de refoulement soient ouvertes pour éviter la cavitation de la pompe.

➤ **Phase2 :**

- Vr et Vd ouvertes.
- Vt fermée.
- Démarrage de la pompe M.

➤ **Phase 3 :**

- Si PLL ou THH_F_B ou THH_G_N =1, la lampe de panne PL s'allume
Vd fermée, Vr fermée, Vt ouverte : la pompe s'arrête PM=1.
- Si on appuie sur BAU, la lampe LBAU s'allume
Vd fermée, Vr fermée, Vt ouverte : la pompe s'arrête PM=1.
- Donner la main à l'opérateur pour basculer vers la deuxième pompe.

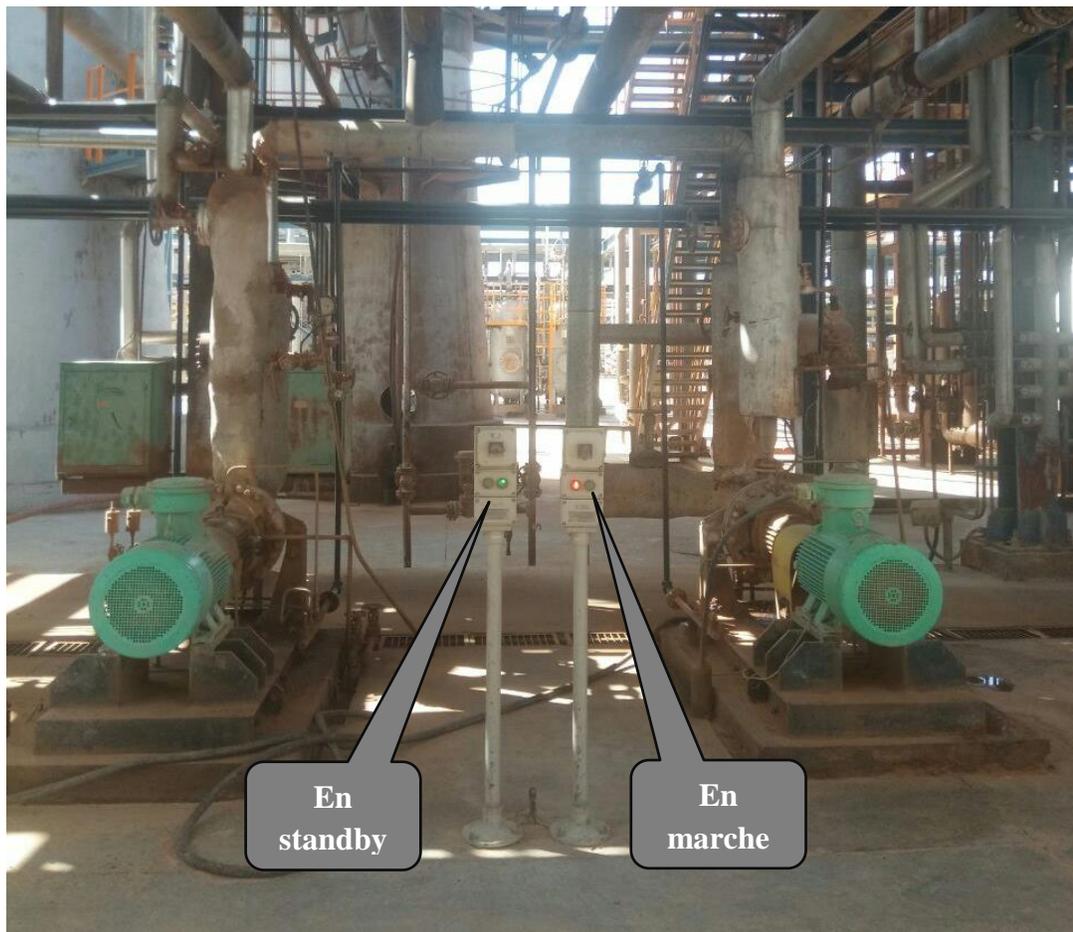


Figure (28) Deux pompes l'une en marche et l'autre en standby

6-l'interface homme-machinede la partie pompage (IHM):

Afin de pouvoir suivre notre système en temps réel nous avons développé un programme sous Intouch WonderWare pour réaliser l'IHM de la figure ci-dessous:

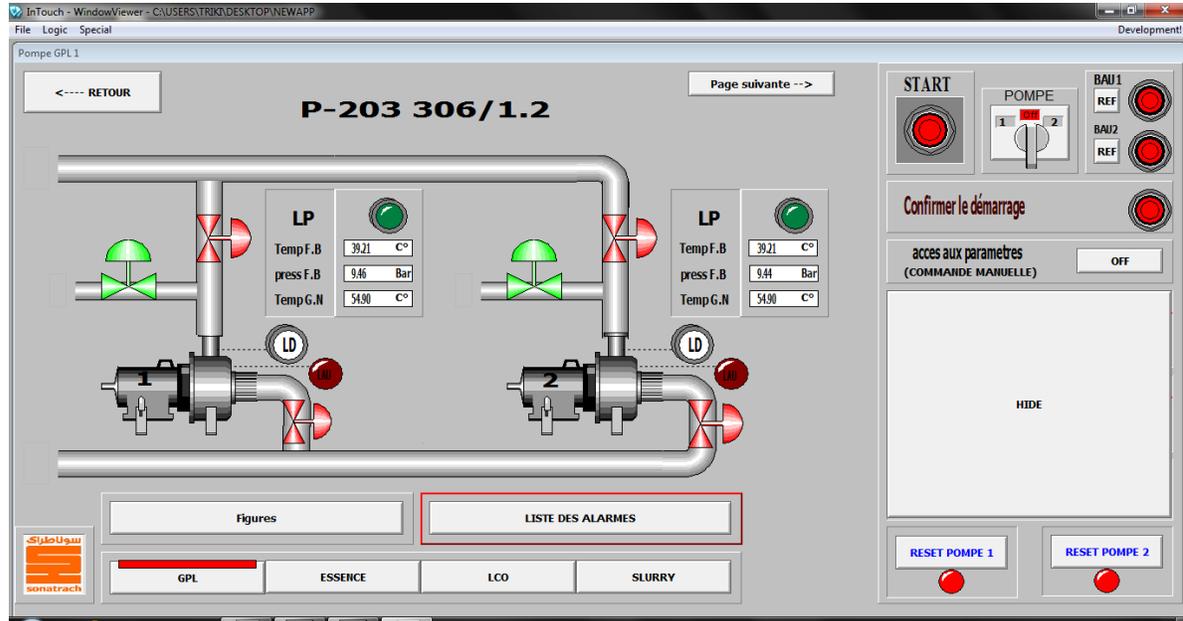


Figure (29) IHM des pompes

Le démarrage et le basculement vers la deuxième pompe se fait d'une manière sécurisée, selon l'état de la pompe que l'on veut démarrer.

S'il y'a une alarme et elle n'est pas acquittée par l'opérateur le basculement et le démarrage ne se font pas, jusqu'à ce que l'alarme disparaisse et l'opérateur valide le démarrage.

On surveille aussi l'état de la pompe afin d'assurer une exécution correcte. L'état est vérifié à l'aide du retour contacteur. Si la fonction est activée, le retour de marche est vérifié.

Nous avons programmé deux niveaux d'accès aux paramètres, en cas de panne il est possible de conférer l'accès à l'autorité désirée en garantissant ainsi la disponibilité du système.

Nous avons aussi développé un programme qui nous permet de tracer des graphes pour voir l'évolution des paramètres pendant une période donnée. Comme le montre la figure ci-dessous :

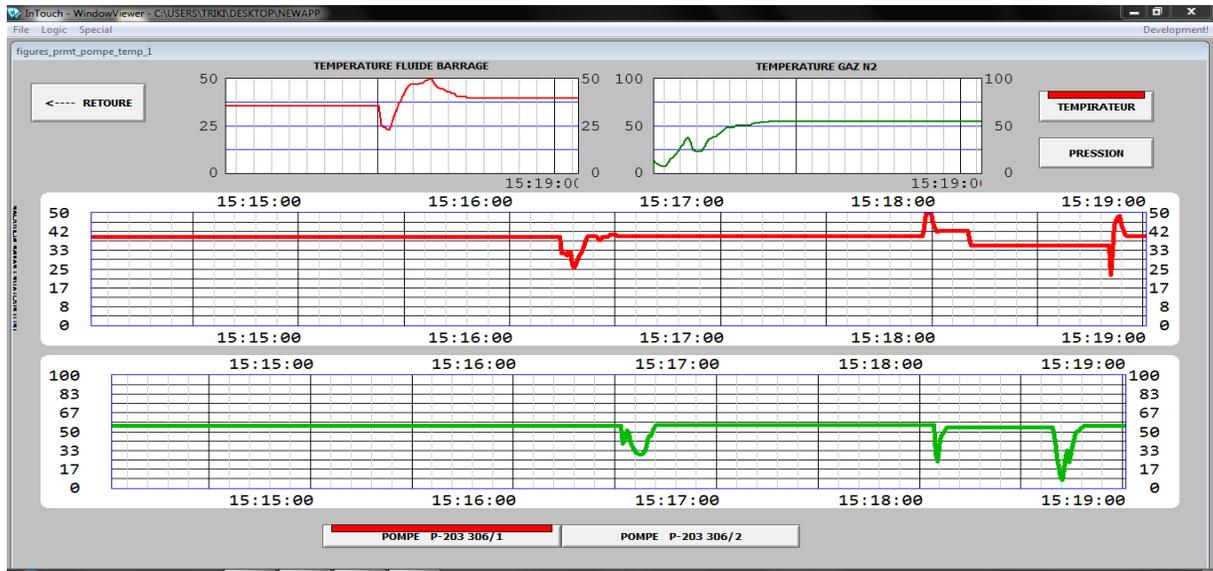


Figure (30) Graphe de la température du N2 et du fluide barrière de la pompe 01

Vu l'importance de l'historique des alarmes dans l'industrie Nous avons développé un programme qui nous permet de trouver tous types d'évènement et d'alarme liés au procédé cependant toutes les actions sont enregistrées de manière détaillée et chronologique.

Comme le montre la figure ci-dessous :

LISTE_DES_ALARMES

SOE RECORDER						
Time Δ	Type	Priority	Name	Value	Limit	
05/23/2019 05:01:44	LO	1	slider_pression_A	-10	-5	
05/23/2019 05:01:50	LO	1	slider_temperatur	474.202	480	
05/23/2019 05:02:00	DSC	3	RESET_reacteurs	ON	ON	
05/23/2019 05:02:02	DSC	3	RESET_regeneration	ON	ON	
05/23/2019 05:02:14	DSC	1	deplacement_bo...	ON	ON	
05/23/2019 05:02:17	DSC	1	RESET_BOOST...	ON	ON	
05/23/2019 05:02:20	DSC	1	deplacement	ON	ON	
05/23/2019 05:02:23	DSC	1	RESET_MAIN_...	ON	ON	
05/23/2019 05:02:25	DSC	1	vitesse	ON	ON	
05/23/2019 05:02:27	DSC	1	RESET_MAIN_...	ON	ON	
05/23/2019 05:02:29	DSC	1	RESET_BOOST...	ON	ON	
05/23/2019 05:02:33	DSC	3	RESET_reacteurs	ON	ON	
05/23/2019 05:02:35	DSC	3	RESET_regeneration	ON	ON	

Figure (31) Historique des alarmes

III - 7-Cout d'installation :

Le cout total de cette installation est de 46 000 000 DA selon le responsable du service de l'entreprise. Mais en le-comparant avec le cout des pertes de produits déviés vers la torche à chaque panne, et le cout des arrêts de l'unité qui durent plus de quatre jours provoquant l'arrêt de toute la raffinerie, sans oublier les fuites des produits qui peuvent êtres nocifs pour la santé des employés et les quantités des gaz dégagés dans l'environnement pouvant entrainer une pénalité par l'Audit qui peut aller de 2 000 000 DA jusqu'à 21 000 000 DA, le cout de cette installation conviens parfaitement au revenu de l'entreprise vu que la sécurité de l'humain n'a pas de prix.

III - 8-Conclusion:

Ce système nous a permis un démarrage, un fonctionnement et un basculement en toute sécurité, grâce au programme développé sous Tristation et grâce à l'interface Intouch qui nous permet de suivre le processus en temps réel, et d'intervenir en cas d'alarme (panne).

IV -1-Introduction:

Dans une unité industrielle un système de sécurité est conçu pour prévenir et minimiser les risques d'accidents pouvant se produire dans cette unité. Ce système doit générer une action pour prévenir ou limiter les conséquences. En cas d'urgence, la capacité de prendre la bonne décision de couper rapidement le flux de fluide et/ou de gaz peut faire la différence entre une situation gérable et une catastrophe potentielle.

Etant donné le risque qu'elle représente la perturbation de pression et de débit pour la partie réactionnelle, nous allons décrire, dans ce qui suit, un programme sous Tristation pour relier le débit de charge (BRA) du réacteur à ESD et faire un système de Voting pour le débit et la différence de pression entre réacteur/régénérateur.

IV -2 –La logique de vote dans les systèmes automatiques (Voting):

Il est recommandé que les émetteurs ESD desservant un niveau d'arrêt critique dans le système instrumenté de sécurité aient une configuration de logique de vote. La logique de vote est appliquée pour minimiser les pertes de production causées par un seul émetteur ou un arrêt dû à un déclenchement intempestif. La configuration de vote peut être 2oo3 (2 out of 3) sur la base d'une évaluation et d'une vérification SIL.

Dans notre cas (sil3) nous avons adopté un système de vote 2oo3.

2oo3 : Dans ce vote, il y a trois transmetteurs, parmi lesquels deux doivent indiquer le même résultat pour déclencher le système de sécurité.

Cette architecture permet de s'assurer qu'en cas de défaillance d'un transmetteur, les deux autres permettent de lire la valeur en temps réel et pour déclencher une alarme en cas de dépassement d'une valeur limite. Ici, les risques de mauvaise lecture sont également faibles et ceci augmente la fiabilité du système.

Les connexions pour les émetteurs doivent être individuelles si la conduite peut être bouchée par les impuretés du liquide, sinon les émetteurs sont placés dans la même conduite.

Les émetteurs doivent être configurés dans différentes cartes d'entrée analogiques dans le système API et non dans une seule carte d'entrée analogique, en cas de défaillance d'une carte d'entrée le système reste fonctionnel.

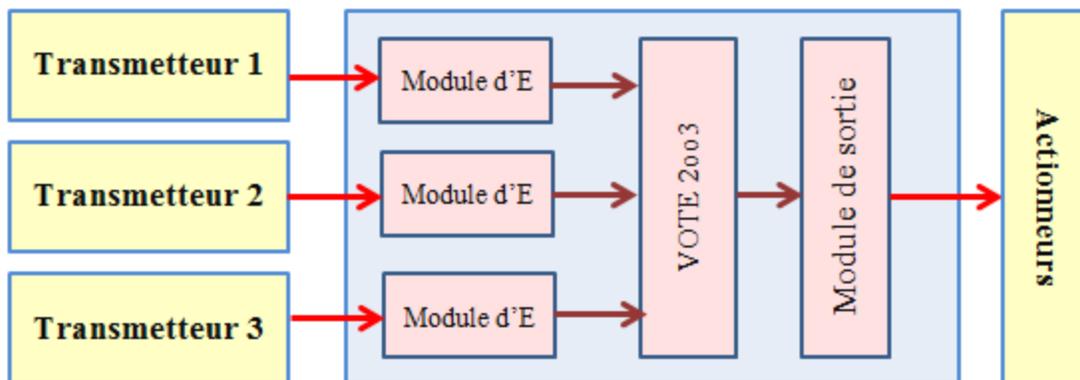


Figure (32) Diagramme logique du système Voting

IV -3-Organigramme de l'ESD de l'RFCC:

L'organigramme ci-dessous explique le principe de fonctionnement de la partie réactionnelle :

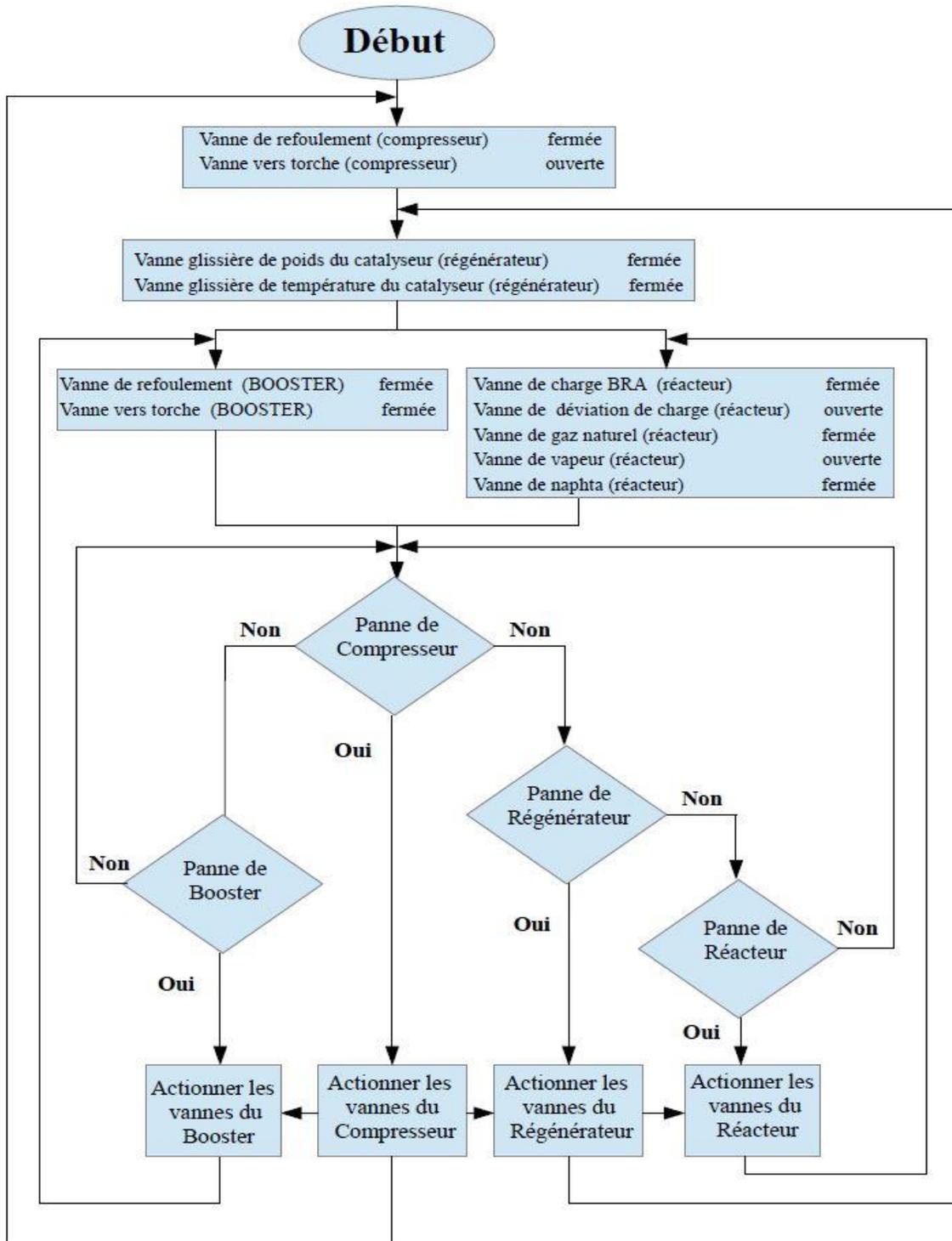


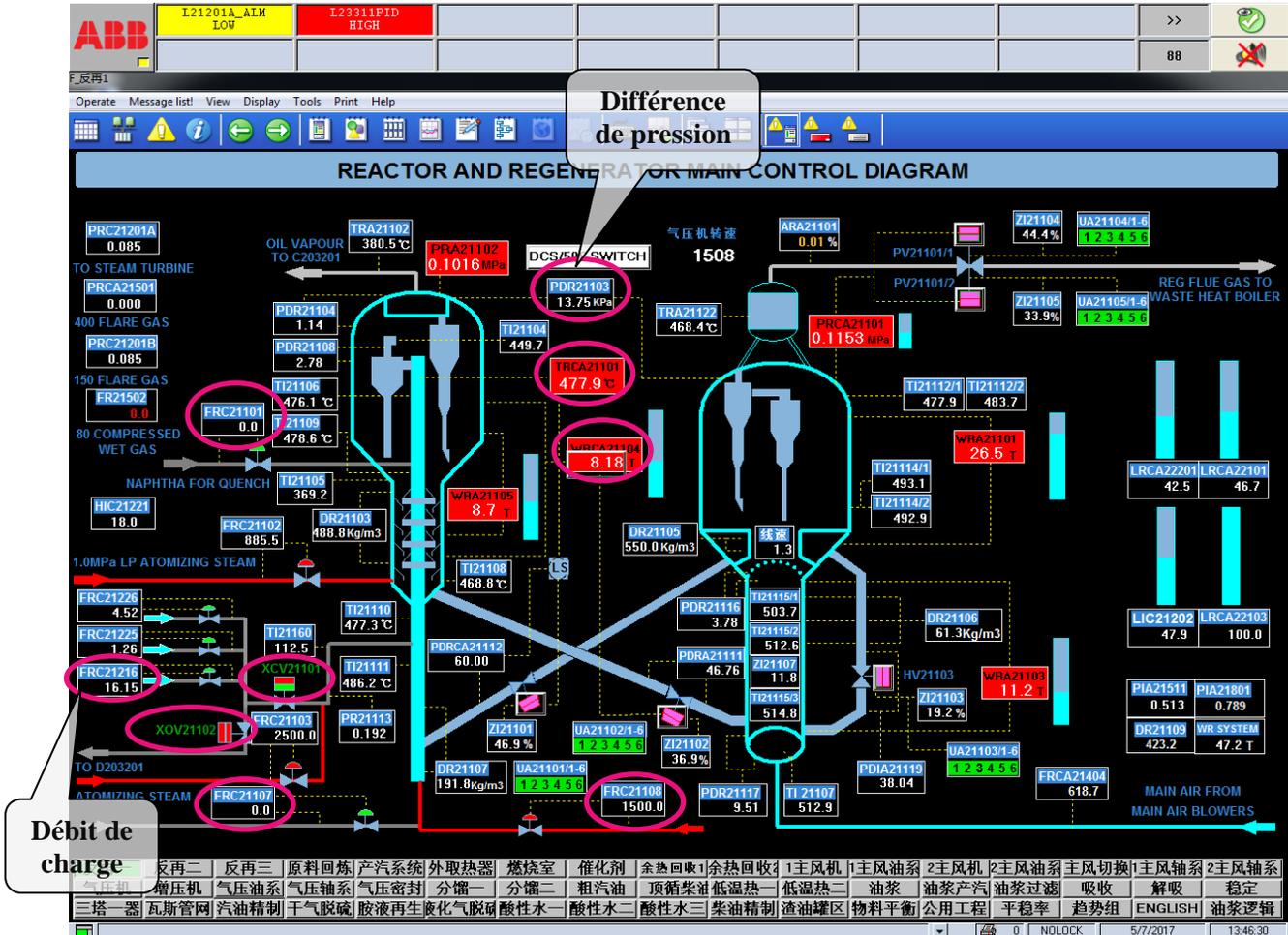
Figure (33) Organigramme de l'ESD de l'RFCC

L'organigramme présente les différents états de panne qui peuvent se produire dans la partie réactionnelle de l'unité RFCC et leurs influences sur le système, en actionnant les différentes slides valves (tiroir).

On distingue que la panne du compresseur d'air fait arrêter tout le système, si la panne est dans le régénérateur il s'arrête avec le réacteur, si elle est dans le réacteur ou dans le booster ils s'arrêtent sans influencer les autres parties du système.

IV -4- Ecran de contrôle de la section réactionnelle (DCS):

L'image ci-dessous représente l'écran du DCS de l'RFCC :



- Paramètres actionnant les vannes de déclenchement du régénérateur

Pression différentielle réacteur /régénérateur PDR 21103 :

- Pour basse pression PDLL (-5 KPA)
- Pour haute pression PDHH (40KPA)

Action des vannes catalyseur :

Slide valve (tiroir)	PDV21102	catalyseur épuisé	normalement fermée
Slide valve (tiroir)	TV21101	catalyseur régénéré	normalement fermée

Plus les vannes de réacteur :

Vanne de charge	XCV21101	raw oil	normalement fermée
Vanne de charge	XOV21102	raw oil recyclage	normalement ouverte
Vanne de gaz	FV21107	dry gas lifting	normalement fermée
Vanne de vapeur	FV21108	steam lifting	normalement ouverte
Vanne de naphta	FV21101	Naphta	normalement fermée

- **Paramètres actionnant les vannes de déclenchement du réacteur**

Paramètres de référence :

- Bas débit de charge **FSL 21216** RAW OIL SET 8,5 m³/h=141 l/min=13 t/h
- Basse température **TSL 21101** REACTEUR SET 420°C

Vannes actionnées :

Vanne de charge	XCV21101	raw oil	normalement fermée
Vanne de charge	XOV21102	raw oil recyclage	normalement ouverte
Vanne de gaz	FV21107	dry gas lifting	normalement fermée
Vanne de vapeur	FV21108	steam lifting	normalement ouverte
Vanne de naphta	FV21101	Naphta	normalement fermée

IV - 5- Ecran de l'ESD de l'unité RFCC:

La figure ci-dessous nous montre que le débit de charge n'est pas relié à l'ESD ainsi que la pression entre réacteur/régénérateur.

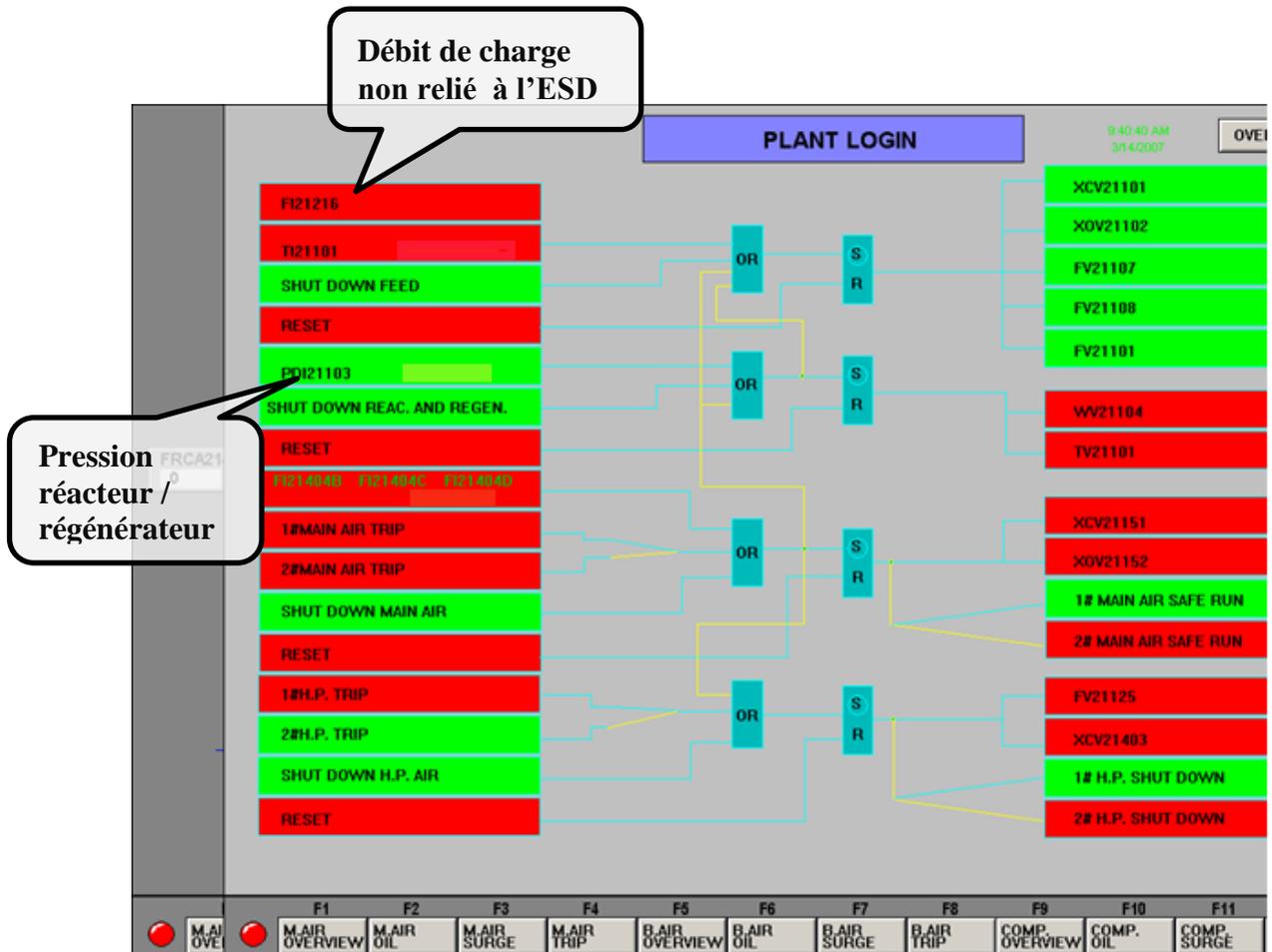
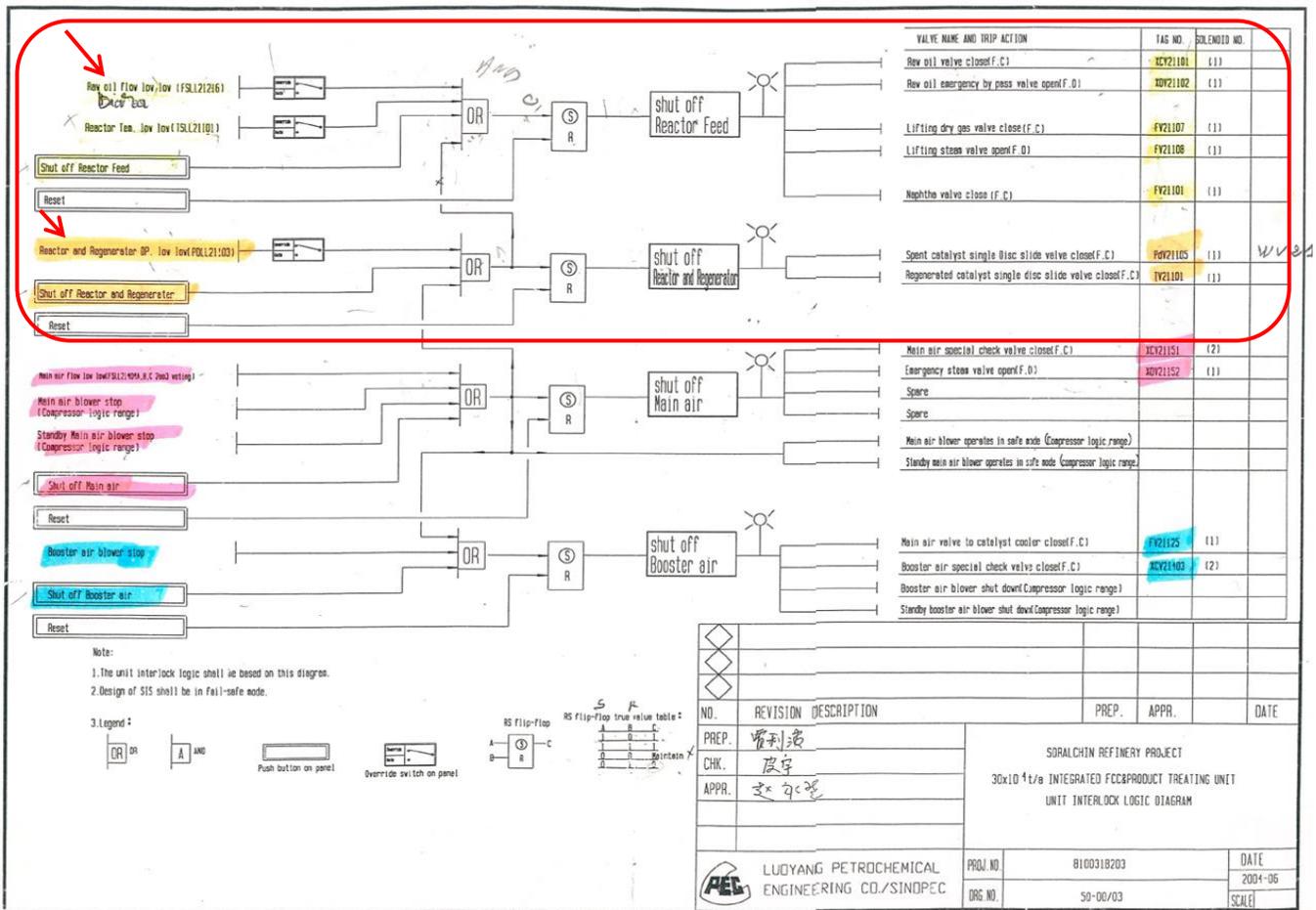


Figure (34) Capture d'écran de l'ESD de l'RFCC

IV - 6- Schéma de commande de l'unité RFCC:

On va appliquer notre système Voting sur cette partie entourée en rouge (réactionnelle).

Plus exactement sur le débit de la charge à l'entrée du réacteur et sur la pression différentielle entre réacteur/régénérateur qui sont indiqués par des flèches comme le montre la figure ci-dessous :



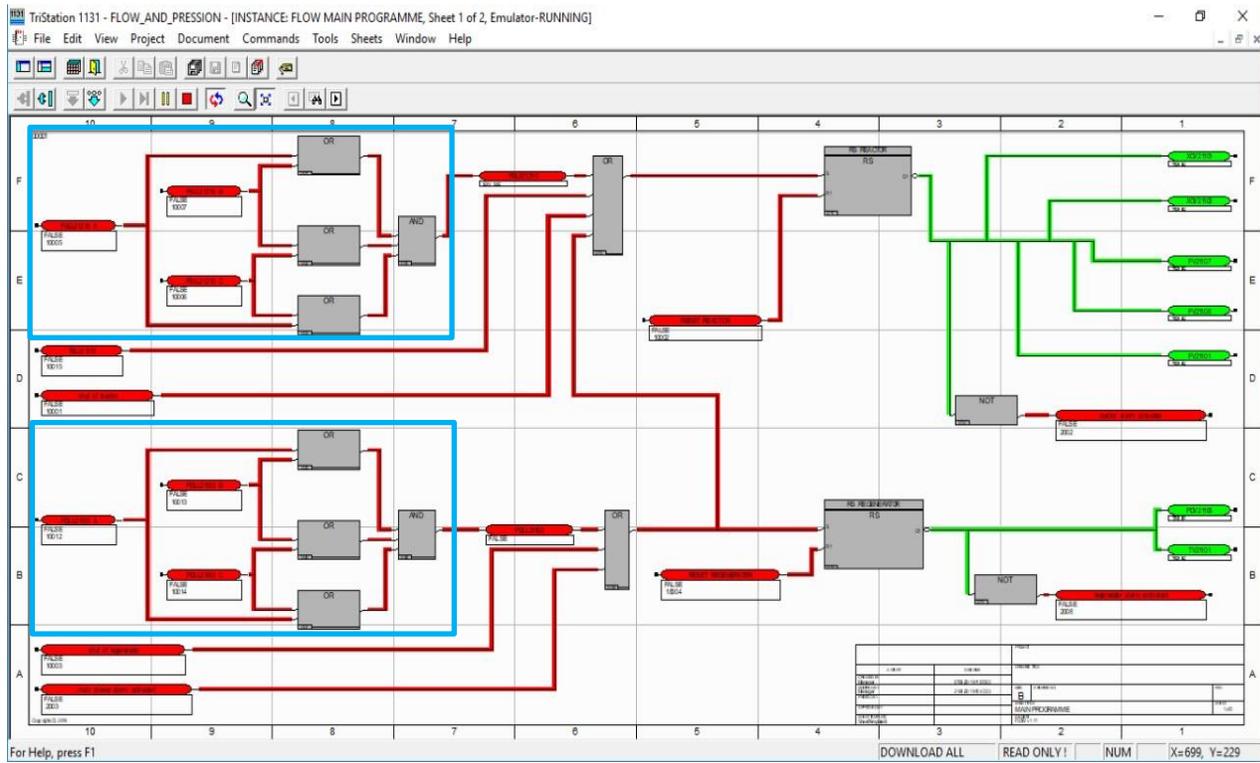


Figure (35) Implémentation du système Voting dans Tristation

➤ **Voting du débit :**

Pour le débit nous avons appliqué un Voting série, les trois transmetteurs de débit sont sur la même ligne mais ils sont reliés par trois cartes d'entrées différentes.

➤ **Voting de pression :**

Pour la pression nous avons appliqué un Voting parallèle, les trois transmetteurs de pression sont sur trois lignes différentes pour éviter les fausses alarmes causées par le bouchage du filtre dans les pipes et ils sont reliés dans trois cartes d'entrées différentes.

6-l'interface homme-machine de la partie réactionnelle (IHM):

Afin de pouvoir suivre notre système en temps réel nous avons développé un programme sous InTouch WonderWare pour réaliser l'IHM de la figure ci-dessous:

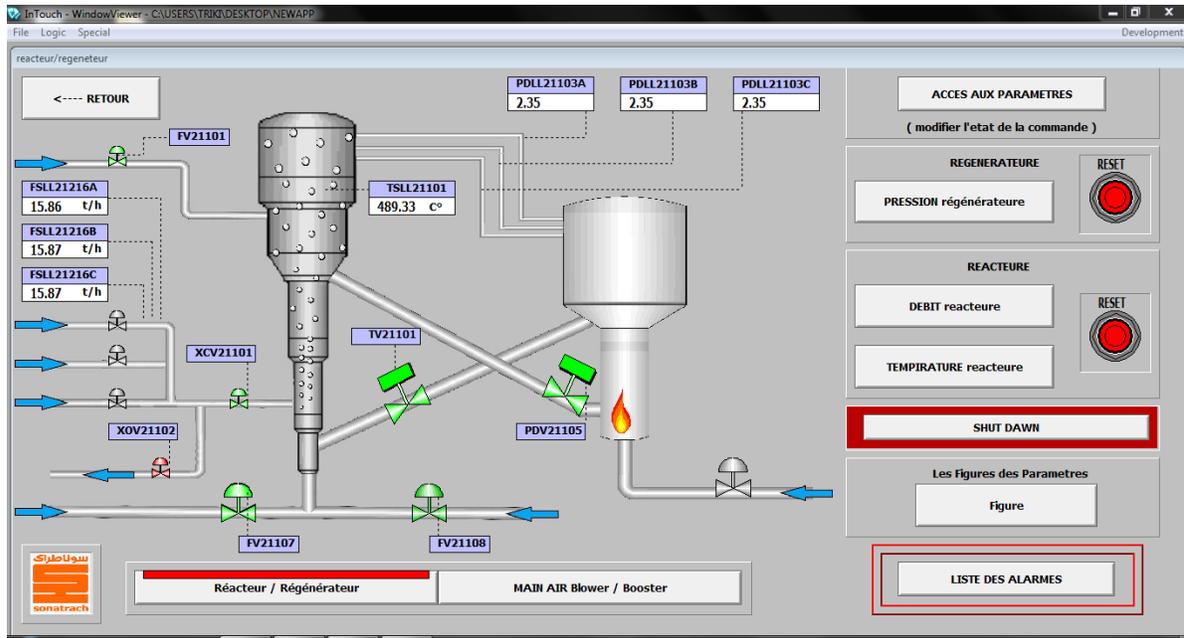


Figure (36) IHM de la partie réactionnelle

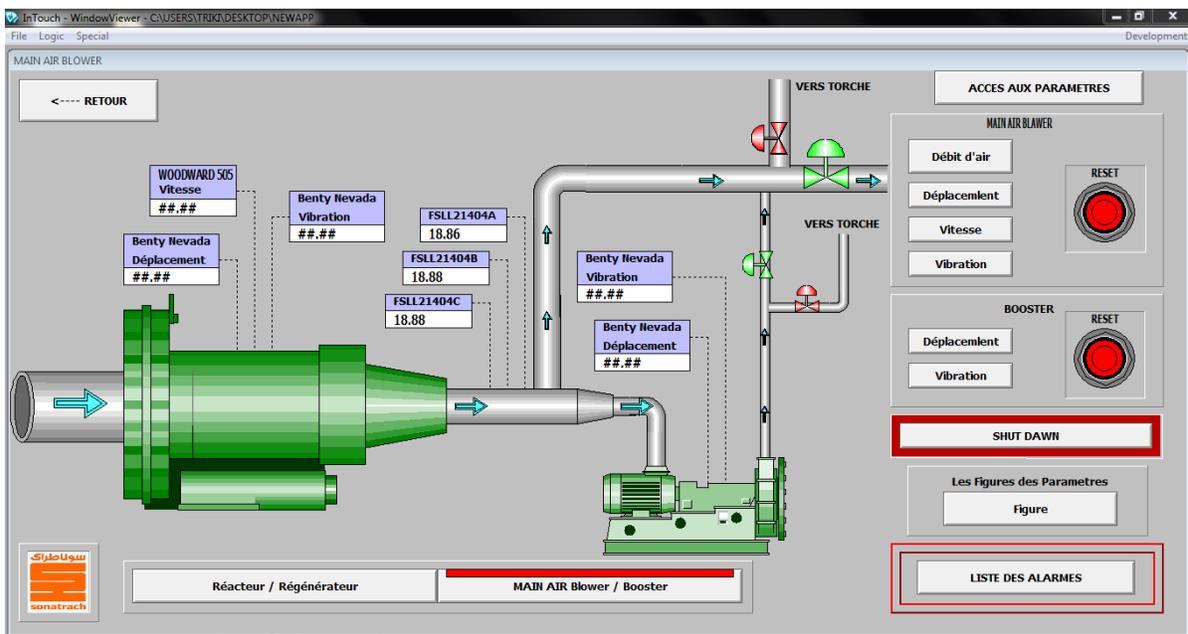


Figure (37) IHM du compresseur

Nous avons aussi développé un programme qui nous permet de tracer des graphes pour voir l'évolution des paramètres pendant une période donnée. Comme le montre la figure ci-dessous.



Figure (38) graphe de la pression

Vu l'importance de l'historique des alarmes dans l'industrie Nous avons développé un programme qui nous permet de trouver tous types d'évènement et d'alarme liés au procédé cependant toutes les actions sont enregistrées de manière détaillée et chronologique.

LISTE DES ALARMES

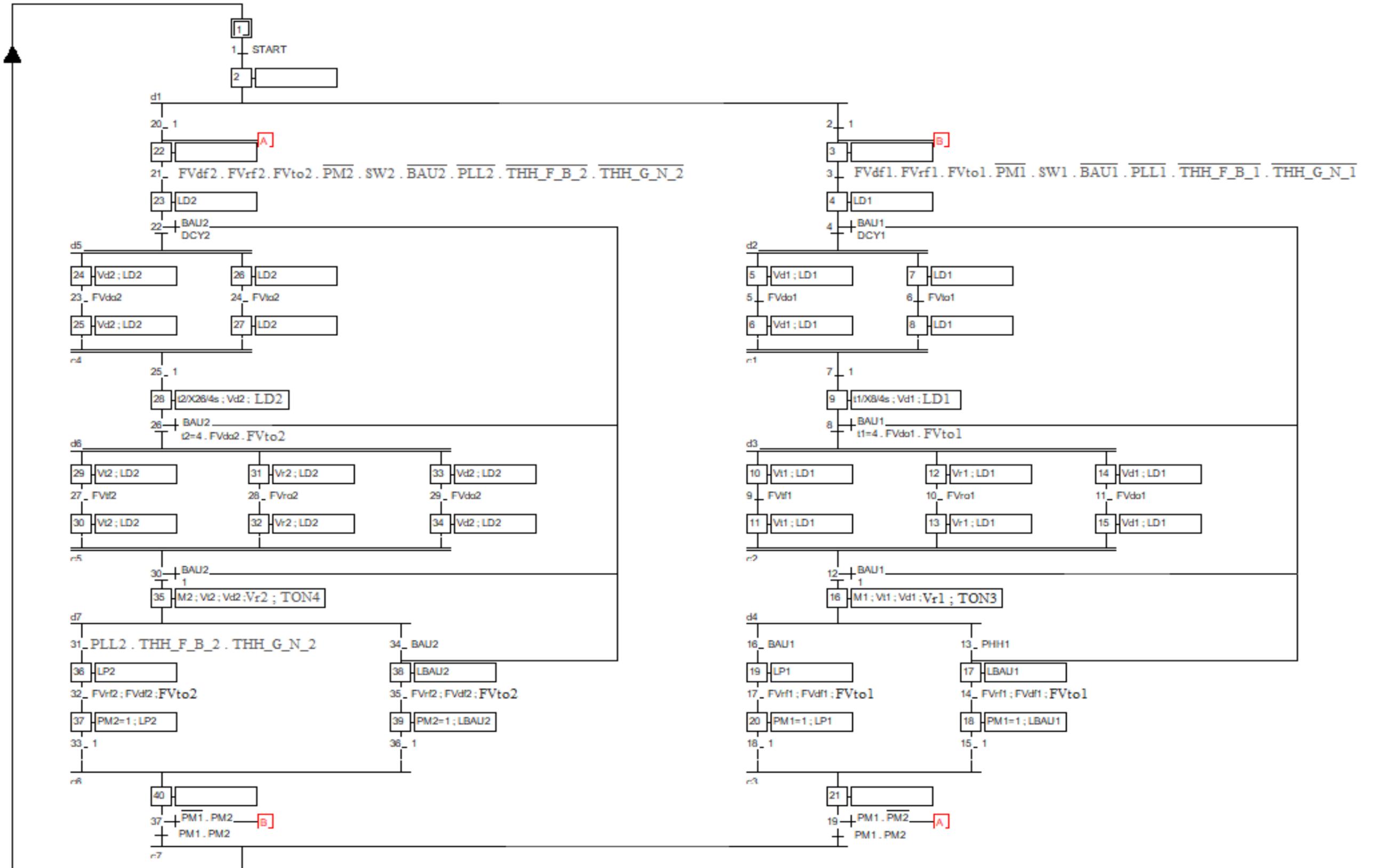
SOE RECORDER					
Time	Type	Priority	Name	Value	Limit
05/23/2019 05:01:44	LO	1	slider_pression_A	-10	-5
05/23/2019 05:01:50	LO	1	slider_temprature	474.202	480
05/23/2019 05:02:00	D&C	3	RESET_reacteurs	ON	ON
05/23/2019 05:02:02	D&C	3	RESET_regeneration	ON	ON
05/23/2019 05:02:14	D&C	1	deplacement_bo...	ON	ON
05/23/2019 05:02:17	D&C	1	RESET_BOOST...	ON	ON
05/23/2019 05:02:20	D&C	1	deplacement	ON	ON
05/23/2019 05:02:23	D&C	1	RESET_MAIN...	ON	ON
05/23/2019 05:02:25	D&C	1	vitesse	ON	ON
05/23/2019 05:02:27	D&C	1	RESET_MAIN...	ON	ON
05/23/2019 05:02:29	D&C	1	RESET_BOOST...	ON	ON
05/23/2019 05:02:33	D&C	3	RESET_reacteurs	ON	ON
05/23/2019 05:02:35	D&C	3	RESET_regeneration	ON	ON

Figure (39) Historique des alarmes

IV -7- Conclusion:

L'application du Voting logic sous Tristation nous a permis d'améliorer le système de sécurité de la partie réactionnelle et éviter ainsi les arrêts de production intempestifs dus à des erreurs instrumentales. L'interface réalisée sous Intouch nous a permis de suivre et de commander le système en temps réel.

III -5-1-Le grafcet du fonctionnement :



Conclusion générale :

Avant de terminer ce mémoire nous pouvons dire que la réalisation de ce projet représente l'une des phases les plus importantes de notre cycle de formation. En effet, et vu la nature du travail proposé, cela a été l'occasion pour nous de découvrir le monde de l'industrie pétrolière et plus particulièrement le raffinage du pétrole brut et l'importance de valoriser tous ses dérivés.

Au cours de notre étude nous avons compris l'utilité et l'impact des connaissances acquises, durant nos études, dans le monde industriel. Après avoir parcouru les différentes étapes de raffinage du pétrole, nous avons étudié l'unité RFCC qui permet de régénérer le BRA pour qu'il soit de forte valeur ajoutée, nous avons aussi recensé les risques d'accidents qui peuvent être causés par sa technologie complexe.

Durant notre projet, nous avons amélioré le système de sécurité de cette unité pour le rendre plus fiable par rapport à ce qui a été installé auparavant. Tel que cela a été mentionné, l'environnement fortement explosif de certains compartiments de l'unité RFCC nécessite des précautions particulières pour éviter des arrêts inutiles et coûteux de cette unité. Notre contribution a consisté à sécuriser la partie pompage des produits finis en adoptant le plan API 53B, tout en reliant cette partie à l'ESD (Emergency Shut Down) de l'unité. Pour cela nous avons appliqué la logique du vote 2oo3 pour le débit de charge et la pression entre réacteur et régénérateur de la partie réactionnelle de la même unité, ceci afin d'éviter les arrêts intempestifs dus à des erreurs instrumentales. Pour concrétiser cela, nous avons développé un programme sous Tristation 1135 et Intouch Wonderware afin de pouvoir suivre le système en temps réel et afficher l'évolution de ses paramètres. Pour compléter le travail nous avons augmenté le niveau d'information sur l'unité en développant un programme qui permet d'enregistrer toutes les alarmes et événements liés au procédé, ce qui est d'une très grande importance pour la maintenance.

Bibliographie:

- LIOKAFO, 2010, FCC Operating Manual.
- Catalogue Mechanical Seal Piping Plans “flowserve.com”.
- Catalogue AESSEAL, No. 2101607.
- API 682 4th edition, Mai 2014, 256p,” eagleburgmann.com/api682”
- Futura-science : le raffinage du pétrole en trois grandes étapes, 2001. Mise à jour en 2019.[consulté le 13 /04/2019]. Consultable à l’adresse : <https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/energie-raffinage-petrole-3-grandes-etapes-6212/>
- Electronics notes : Tutorial Membuat Animasi pada HMI Wonderware InTouch, 06/07/2013, [consulté le 09/04/2019].consultable à l’adresse: <https://amarnotes.wordpress.com/2013/07/06/tutorial-membuat-animasi-pada-hmi-wonderware-intouch/>
- Prevent hazardous conditions from causing unsafe incidents, Mise à jour Mais 2018, [consulté le 30/03/2019].
- TriStation 1131™ Developer’s Workbench, Assembly No. 9750002-001, October 2004, Printed in the United States of America.

- Plan de masse de la raffinerie d'ADRAR :



ZONES	UNITES	SPECIFICATONS	Point de rassemblement
1	801	ADMINISTRATION	
1	805	Département maintenance	
1	702	LABORATOIRE CENTRAL	
1	108	PARC AUTO	
3	404	BACS D'EAU INCENDIE ET PROCESS	
2	405	STATION SECURITE	
11	701	ATELIER MAINTENANCE	
3	205	SALLE DE PREPARATION DE PRODUITS CHIMIQUES	
3	601	LA CENTRALE	
3	602	TRAITEMENT DES EAUX BRUTES	
3	603	STATION D'AIR COMPRI ME	
3	604	GROUPE DE SECOURS DIESEL	
3	501	SOUS STATION PRINCIPALE DE DISTRIBUTION ELEC	
3	401	TOUR DE REFROIDISSEMENT	
4	201	UNITE DE DISTILLATION	
5	202	UNITE REFORMING	
6	203	UNITE RFCC	
6	204	SALLE DE CONTROLE PRINCIPALE	
7	301	BACS DE BRUT	
3	502/503/504/505/506/507/508/509	SOUS STATION ELECTRIQUE	
7	302	BACS DE NAPHTA ET ESSENCE	
7	311	SALLE ADDITIVES ESSENCE	
7	303	BACS DE DIESEL ET KEROSENE	
7	312	AIRE DE STOCKAGE CHLORE	
7	304	BACS DE FUEL	
7	305	SPHERE DE GPL-PROPANE-BUTANE	
8	306	RAMPE DE GARGEMENT ESSENCE-DIESEL-KEROSENE	
8	307	RAMPE DE CHARGEMENT GPL	
8	310	SALLE DE CONTROLE CHARGEMENT	
8	109	PONT BASCULANTE	
7	308	TORCHE	
9	402	EFFLUENTS	
10	107	MAGASINS ET AIRES DE STOCKAGE	
3	205 G	SKID GAS	
3	511	SOUS STATION ELECTRIQUE SONALGAZ	

Table des variables du programme fait sous Tristation de la section pompag :

POMPE 01 :

Les entrées				
Définition	Symbole	Adresse physique	Alias	Type
Entrée venant du convertisseur "Analog-Dint"	ANALOG_Dint_PLL	01.04.01	30001	Dint (16 bits)
Entrée venant du convertisseur "Analog-Dint"	ANALOG_Dint_THH_F_B	01.04.03	30003	Dint (16 bits)
Entrée venant du convertisseur "Analog-Dint"	ANALOG_Dint_THH_G_N	01.04.05	30005	Dint (16 bits)
Bouton arrêt d'urgence	BAU_1	01.02.01	10001	BOOL
Fin de course de vanne de distribution fermée	FVdF_1	01.02.12	10012	BOOL
Fin de course de vanne de refoulement fermée	FVrF_1	01.02.13	10013	BOOL
Fin de course de vanne vers torche fermée	FVtF_1	01.02.14	10014	BOOL
Indicateur de pression du fluide barrage 'Low Low'	PLL_1	01.02.05	10005	BOOL
Switch de commande (commutation)	SW_1	01.02.03	10003	BOOL
Retour de marche pompe 01	retour_de_marche	01.02.20	10020	BOOL

Les mémentos				
Définition	Symbole	Adresse physique	Alias	Type
Les variables intermédiaires	ANALOG_Dint_to_Real_PLL		41001	REAL
	ANALOG_Dint_to_Real_TH H_F_B		41003	BOOL
	ANALOG_Dint_to_Real_TH H_G_N		41005	BOOL
	BASCULUMENT		02071	BOOL
	dcy_1		02001	BOOL
	LBAU		02049	BOOL
	LP		02050	BOOL
	PM_1		02003	BOOL
	Q_1		02002	BOOL
	RESET_PM_1		02072	BOOL
	START		02052	BOOL
	X0_1		02005	BOOL
	X1_1		02007	BOOL
	X2_1		02020	BOOL
	X3_1		02004	BOOL
	X4_1		02006	BOOL
	X5_1		02016	BOOL
	X6_1		02017	BOOL
	X7_1		02018	BOOL
	X8_1		02021	BOOL
	X9_1		02019	BOOL
	X10_1		02008	BOOL
	X11_1		02009	BOOL
	X12_1		02010	BOOL
	X13_1		02011	BOOL
	X14_1		02012	BOOL
	X15_1		02057	BOOL
	X16_1		02014	BOOL
	X17_1		02015	BOOL
	X18_1		02028	BOOL
X19_1		02023	BOOL	
PLL_1		02040	BOOL	

	TMP_F_B_1	/	02062	BOOL
	TMP_G_N_1		02060	BOOL
	RESET_PM_ALL_1		02022	BOOL

Les sorties				
Définition	Symbole	Adresse physique	Alias	Type
Lampe d'arrêt d'urgence	Sortie_lampe_arret_urgence_1	01.03.04	00004	BOOL
Moteur en mode marche	Sortie_moteur_1	01.03.07	00007	BOOL
Vanne de distribution	Sortie_vanne_de_distribution_1	01.03.08	00008	BOOL
Vanne de refoulement	Sortie_vanne_de_refoulement_1	01.03.03	00003	BOOL
Vanne vers torche	Sortie_vanne_vers_torche_1	01.03.02	00002	BOOL
Lampe de démarrage	Sortie_lampe_demarrage	01.03.05	00005	BOOL
Lampe de panne	Sortie_lampe_de_panne	01.03.01	00001	BOOL

POMPE 02 :

Les entrées				
Définition	Symbole	Adresse physique	Alias	Type
Entrée venant de convertisseuse "Analog-Dint"	ANALOG_Dint_PLL_2	01.04.02	30002	Dint (16 bits)
Entrée venant de convertisseuse "Analog-Dint"	ANALOG_Dint_THH_F_B_2	01.04.04	30004	Dint (16 bits)
Entrée venant de convertisseuse "Analog-Dint"	ANALOG_Dint_THH_G_N_2	01.04.06	30006	Dint (16 bits)
Bouton arrêt d'urgence	BAU_2	01.02.02	10002	BOOL
Fin de course de vanne de distribution fermée	FVdF_2	01.02.09	10009	BOOL
Fin de course de vanne de refoulement fermée	FVrF_2	01.02.16	10016	BOOL
Fin de course de vanne vers torche fermée	FVtF_2	01.02.18	10018	BOOL
Indicateur de pression de fluide barrage 'Low Low'	PLL_2	01.02.06	10006	BOOL
Indicateur de température du fluide barrage 'High High'	THH_F_B_2	01.02.08	10008	BOOL
Indicateur de température du gaz nitrogène 'High High'	THH_G_N_2	01.02.11	10011	BOOL
Switch de commande (commutation)	SW_2	01.02.04	10004	BOOL
Retour de marche pompe 02	retour_de_marche_2	01.02.19	10019	BOOL

Les mémentos				
Définition	Symbole	Adresse physique	Alias	Type
Les variables intermédiaires	ANALOG_Dint_to_Real_P LL_2		41002	REAL
	ANALOG_Dint_to_Real_T HH_F_B_2		41004	BOOL
	ANALOG_Dint_to_Real_T HH_G_N_2		41006	BOOL
	BASCULUMENT_2		02070	BOOL
	dcy_2		02025	BOOL
	LBAU2		02053	BOOL
	LP2		02054	BOOL
	PM_2		02024	BOOL
	Q_2		02048	BOOL
	RESET_PM_2		02073	BOOL
	X0_2		02046	BOOL
	X1_2		02035	BOOL
	X2_2		02034	BOOL
	X3_2		02033	BOOL
	X4_2		02032	BOOL
	X5_2		02031	BOOL
	X6_2		02030	BOOL
	X7_2		02029	BOOL
	X8_2		02027	BOOL
	X9_2		02026	BOOL
	X10_2		02045	BOOL
	X11_2		02044	BOOL
	X12_2		02043	BOOL
	X13_2		02042	BOOL
	X14_2		02041	BOOL
	X15_2		02058	BOOL
	X16_2		02039	BOOL
	X17_2		02038	BOOL
	X18_2		02037	BOOL
	X19_2		02036	BOOL
PLL_2		02051	BOOL	

	TMP_F_B_2	/	02061	BOOL
	TMP_G_N_2		02059	BOOL
	RESET_PM_ALL_2		02047	BOOL

Les sorties				
Définition	Symbole	Adresse physique	Alias	Type
Lampe d'arrêt d'urgence	Sortie_lampe_arret_urgence_2	01.03.09	00009	BOOL
Moteur en mode marche	Sortie_moteur_2	01.03.06	00006	BOOL
Vanne de distribution	Sortie_vanne_de_distribution_2	01.03.10	00010	BOOL
Vanne de refoulement	Sortie_vanne_de_refoulement_2	01.03.11	00011	BOOL
Vanne vers torche	Sortie_vanne_vers_torche_2	01.03.12	00012	BOOL
Lampe de démarrage	Sortie_lampe_demarrage_2	01.03.13	00013	BOOL
Lampe de panne	Sortie_lampe_de_panne_2	01.03.14	00014	BOOL

Table des variables du programme fait sous Tristation de la section réactionnelle :

Les entrées				
Définition	Symbole	Adresse	Alias	Type
Transmetteur de débit de la charge du réacteur	ANL_D_to_R_FSSL21216_A	01.04.10	30010	Dint (16 bits)
	ANL_D_to_R_FSSL21216_B	01.04.11	30011	Dint (16 bits)
	ANL_D_to_R_FSSL21216_C	01.04.12	30012	Dint (16 bits)
Transmetteur de débit de Main Blower (compresseur)	ANL_D_to_R_FSSL21404_A	01.04.13	30013	Dint (16 bits)
	ANL_D_to_R_FSSL21404_B	01.04.14	30014	Dint (16 bits)
	ANL_D_to_R_FSSL21404_C	01.04.15	30015	Dint (16 bits)
Transmetteur de pression différentielle	ANL_D_to_R_PDLL21101_A	01.04.16	30016	Dint (16 bits)
	ANL_D_to_R_PDLL21101_B	01.04.17	30017	Dint (16 bits)
	ANL_D_to_R_PDLL21101_C	01.04.18	30018	Dint (16 bits)
Transmetteur de température de régénérateur	ANL_D_to_R_TSLL21101	01.04.19	30019	Dint (16 bits)
Stop de réacteur	Shut_of_reactor	01.02.31	10031	BOOL
Stop de régénérateur	Shut_of_regenerater	01.02.33	10033	BOOL
Stop de compresseur d'air	Shut_of_Main_AIR	01.02.47	10047	BOOL
Stop de booster d'air	Shut_of_booster_AIR	01.02.46	10046	BOOL
Reset de réacteur	RESET_REACTOR	01.02.32	10032	BOOL
Reset de régénérateur	RESET_REGENERATER	01.02.34	10034	BOOL
Reset de compresseur	RESET_MAIN_AIR	01.02.48	10048	BOOL
Reset de booster	RESET_BLOWER	01.02.41	10041	BOOL
Le signal de " Bently nevada " de compresseur	STOP_COMP1	01.02.49	10049	BOOL

Le signal de " Woodxard 505 " compresseur	STOP_COMP2	01.02.50	10050	BOOL
Le signal de " Bently nevada " de booster	STOP_BLOWER	01.02.51	10051	BOOL

Les sorties				
Définition	Symbole	Adresse	Alias	Type
Vanne de Naphta de réacteur	FV21101	01.05.01	00017	BOOL
Vanne de charge de réacteur	XCV21101	01.05.02	00018	BOOL
Vanne de déviation de charge réacteur	XOV21102	01.05.03	00019	BOOL
Vanne de vapeur de réacteur	FV21108	01.05.04	00020	BOOL
Vanne de gaz naturel de réacteur	FV21107	01.05.05	00021	BOOL
Slide valve de réact.-régén. (contrôler le poids de catalyseur)	PdV21105	01.05.06	00022	BOOL
Slide valve de régén.-réact. (contrôler la température de réacteur)	TV21101	01.05.07	00023	BOOL
Vanne de sortie du compresseur vers régénérateur (anti-retour de catalyseur)	XCV21151	01.05.08	00024	BOOL
Vanne de déviation d'air comprimé vers l'atmosphère	XOV21152	01.05.09	00025	BOOL
Vanne de sortie de booster vers régénérateur	FV21125	01.05.10	00026	BOOL
Vanne de déviation d'air comprimé vers l'atmosphère	XCV21403	01.05.11	00027	BOOL

Les mémentos				
Définition	Symbole	Adresse	Alias	Type
Les variables intermédiaires	FSLL21404_A		02095	BOOL
	FSLL21404_B		02096	BOOL
	PDLL21404_C		02097	BOOL
	booster_alarme_activated		02102	BOOL
	main_blower_alarme_activated		02101	BOOL
	reactor_alarme_activated		02103	BOOL
	regenerater_alarme_activated		02104	BOOL
	FSLL21216_A		02079	BOOL
	FSLL21216_B		02080	BOOL
	FSLL21216_C		02081	BOOL
	PDLL21103_A		02082	BOOL
	PDLL21103_B		02083	BOOL
	PDLL21103_C		02084	BOOL
	TSSL21101		02085	BOOL