



Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electronique

Spécialité : contrôle industriel

Présenté par:

ROUADJIA Ayoub

Thème

**Rénovations du système
d'automatisation et l'instrumentation
d'une station de traitement de gaz via
un automate programmable industriel**

Devant le jury :

Df. DJELLAL Adel	MCB		UKM Ouargla
M. A.HAMZA	MAA	Encadreur/Rapporteur	UKM Ouargla
M. SMAHI Mokhtar	MAA	Examineur	UKM Ouargla
M. HAMMOUCHI Fatah	MAA	Examineur	UKM Ouargla

Remerciement

Avant de rédiger le mémoire de fin d'étude, je tenons à présenter nos Remerciement avant tout à DIEU tout puissant le Miséricordieux sans Lequel je ne serais pas.

Je tenons à remercier en premier Mr. A.HAMZA pour avoir accepté d'encadrer et diriger ce mémoire, surtout pour ses précieux conseils.

A la base TFT de SONATRACH, nous adressons notre vive reconnaissance à

Mr .A. LICIR et Mr .T.REBBAHI ainsi que Mr .T.SAHRAOUI et Mr .S. Kadouri pour je avoir accueillies au sein de l'équipe et je avoir témoigné leur confiance dès le début.

Je remercie aussi les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en évaluant notre travail.

Je souhaite également remercier nos enseignants de la faculté des nouvelles technologies d'information et de la communication

Dédicaces

Je dédie ce fruit de travail:

A ma très chère maman, pour sa tendresse, sa bienveillance, son encouragement pour ce qu'elle a fait depuis mon enfance jusqu'à ce jour.

A mon cher père du fond de cœur pour tout ce que tu as fait pour moi, A mes frères et mes Sœurs.

A tous les membres de ma grande famille qui portent le nom "ROUADJIA".

Et A mes amies sans exception en particulier ceux de la promotion 2^{ème} année master "contrôle industriel".

Enfin à tout ce que nous aimons et que l'on aime.

Résumé

Ce travail a été mené au sein d'une unité opérationnelle de traitement de gaz de SONATRACH (Tin Fouyé Tabankort). Cette station étant prévue d'être rénovée, le présent travail s'est focalisé sur la modernisation du système de pilotage et de supervision de l'Unité de déshydratation par adsorption (UDA) de la fermeture gaz lift, à l'aide de l'automate S7-300 de SIEMENS. Les résultats ainsi obtenus peuvent être exploités dans des projets futurs de rénovation.

Mots clé : UDA, API, WinCC, Contrôle, supervision.

ملخص

العمل الذي قمت به في هذه الأطروحة هو استغلال منطق برمجته وحده التحكم في تجديد وتحديث نظام تسيير سلكي لمحطة مختصة في معالجه الغاز. واجري هذا العمل في وحدة التشغيل لمعالجة الغاز سونطراك (تين فوي تابنكورت). ومن المتوقع أن يتم تجديد هذه المحطة ولهذا الصدد تركز عملي على تحديث نظام التحكم والمراقبة والإشراف حيث شمل هذا الإجراء إدخال شبكة أجهزة الاستشعار وأجهزة الإرسال الذكية: النتائج التي توصلت إليها تحقق تحسين السلامة في المصنع. وزيادة معدل توفر مرافق الإنتاج وراحة العامل خاصة بإدخالنا وحدة التحكم والبرمجة لسيمنس وشاشات المراقبة والمتابعة عن بعد لكل الأجهزة والمرافق في العمل لتمكن العامل من معرفة مكان العطب في حالة توقف المحطة عن العمل لارتفاع أو انخفاض احد العوامل الملتقطة من طرف أجهزة الاتصال و الاستشعار

Abstract

This work was conducted within a SONATRACH operational unit of gas processing (TinFouyé Tabankort). This station is expected to be renovated and our work focused on modernizing the control system and monitoring the adsorption dehydration Unit (UDA) of the gas lift section using the Siemens S7-300 PLC. Results can be used in future renovation projects.

Key Words: ADU, PLC, WinCC, Control, Supervision.

Table des Matière

Introduction générale	7
<i>Chapitre 1:La Fermeture Gaz Lift et l'UDA</i>	
I.1 Récupération du pétrole	10
I.2 Gaz-lift	10
I.3 Réseau Gaz-lift	10
I.4 Pourquoi déshydrater le gaz	11
I.5 Unité de Déshydratation par Adsorption	11
I.5.1 Cycle de production et déshydratation	12
I.5.2 Cycle de réactivation du desséchant.....	13
I.6 Processus de traitement de gaz dans l'UDA	13
I.6.1 Cycle de production : (Tour A en déshydratation pendant 8 h)	13
I.6.2 Cycle de régénération du desséchant : (Tour B en régénération pendant 8h)	14
I.7 Répartiteur de séquences de cycle (cahier des charges de l'UDA)	17
I.8 Problématique générale	18
<i>Chapitre 2: Analyse du fonctionnement du système actuel</i>	
II.1 Commande du système actuel	21
II.2 Fonctionnement des différents éléments de l'Unité	22
II.2.1 Le micro-scrubber	22
II.2.2 Les tours de séchage et déshydratation	23
II.2.3 Les aero-réfrigérants	24
II .2.4 Le séparateur	25
II.2.5 Le compresseur de régénération	27
II.3 Diagnostic	29
II.4 Objectifs du projet	29
<i>Chapitre 3: Modernisation de la station</i>	
III.1L'instrumentation actuelle	32
III.2 La nouvelle instrumentation proposée	32
III.2.1 Dimensionnement des instruments de mesure (capteurs)	33
-Instrumentation de mesure de niveau	33
- Instrumentation de mesure de température	33
- Instrumentation de mesure de pression	34
- Instrumentation de mesure de débit	35
- Instrumentation de mesure de taux d'humidité	35
- Les fins de courses	36
III.2.2 Dimensionnement des actionneurs	38
- Les vannes	38

III.2.3 Bilan d'entrées / sorties	41
III.3 Structure d'un système automatisé de production	42
III.4 Hardware de la solution proposée	43
III.4.1 Choix de l'automate	43
III.4.2 Architecture de la solution d'automatisation proposée	43
III.4.3 Configuration matérielle	44
III.5 Software de la solution proposée	44
III.5.1 Choix du langage de programmation	44
III.5.2 Elaboration du programme de pilotage de l'UDA	44
- Pilotage des tours à tamis moléculaire	45
- Pilotage des aero-réfrigérants	47
- Pilotage au niveau du séparateur	48
- Pilotage au niveau du compresseur de régénération	51
- Pilotage de la pompe électrique	54
III.5.3 Organisation du programme	56
- Création de la table de mnémonique	56
- Structuration du programme	57
III.6 Architecture de l'Interface Homme-Machine	58
III.7 La supervision de la station UDA	59
III.8 Logiciel Win CC flexible de SIEMENS	60
III.9 Conception de l'interface homme-machine	60
III.9.1 Elaboration des vues	61
- La vue « état système » ou visualisation	61
- La vue d'alarmes	68
- La vue contrôle niveau et température du séparateur	68
<i>Conclusion</i>	70
<i>Références bibliographiques</i>	71

Liste des abréviations

PI: Indicateur de pression
PDI: Indicateur de pression différentielle
PDSH: Détecteur de pression différentielle haute
PDAH: Alarme de pression différentielle haute
TI: Indicateur de température
LSH: Détecteur de niveau haut
LAH: Alarme de niveau haut;
LSHH: Indicateur de niveau très haut
LAHH: Alarme de niveau très haut
LSL: Indicateur de niveau bas
LAL : Alarme de niveau bas
LC: Contrôleur de niveau
LV: Vanne de contrôle niveau
PSV: Soupape de décharge.
KV : Electrovanne
M : Moteur
LV : Vanne de purge
ZSL : Vanne de refoulement
TV : Vanne de by-pass (à 3 voies)
TSH: Détecteur température haute
TAH: Alarme température haute;
PSL: Détecteur pression basse
PSLL: Détecteur pression très basse
PAL: Alarme pression basse
PALL: Alarme pression très basse
FSH: Détecteur débit haut
FAH: Alarme débit haut
FT: Transmetteur de débit
FIC: Indicateur et contrôleur de débit.

Liste des Tableau

<i>Tableau</i>	Titre	<i>Page</i>
<i>III.1</i>	<i>Configuration matérielle</i>	<i>44</i>
<i>III.2</i>	<i>récapitulatif du fonctionnement des aéro-réfrigérants</i>	<i>47</i>
<i>III.3</i>	<i>Récapitulatif de la (marche/arrêt) des aéro-réfrigérants en fonction de la température</i>	<i>48</i>
<i>III.4</i>	<i>Récapitulatif de l'ouverture et fermeture de la vanne de purge en fonction de l'évolution du niveau</i>	<i>49</i>
<i>III.5</i>	<i>Récapitulatif des conditions du permissif au démarrage du compresseur.</i>	<i>52</i>
<i>III.6</i>	<i>La prise en considération du défaut PSL en fonction du temps</i>	<i>55</i>

Listes des Figures

Figures	Titre	Page
Chapitre 1		
I.1	<i>Synoptique du processus d'extraction du pétrole</i>	11
I.2	<i>Vue d'ensemble de l'Unité de Déshydratation par Adsorption (UDA)</i>	12
I.3	<i>Circuit correspondant au cycle d'adsorption</i>	13
I.4	<i>Circuit correspondant au cycle de chauffage</i>	14
I.5	<i>Circuit correspondant au cycle de refroidissement</i>	16
I.6	<i>Circuit correspondant au cycle d'attente</i>	17
I.7	<i>Cahier des charges de l'UDA</i>	18
Chapitre 2		
II.1	<i>Quelques photos illustrant le système de commande actuel</i>	21
II.2	<i>Etage scrubber et son instrumentation</i>	22
II.3	<i>Schéma P & ID de la tour A</i>	23
II.4	<i>Schéma du P & ID de l'étage des aero-réfrigérants</i>	25
II.5	<i>Schéma P&ID de l'étage du séparateur</i>	26
II.6	<i>Séquences de fonctionnement du compresseur de régénération</i>	27
II.7	<i>Schéma P&ID de l'étage du compresseur</i>	28
Chapitre 3		
III.1	<i>Capteur de niveau radar FMR54 « Endress and Hauser »</i>	33
III.2	<i>Transmetteur de niveau à plongeur de Magnetrol</i>	33
III.3	<i>Thermomètre bilame d'Ashcroft (série CI)</i>	34
III.4	<i>Sonde Pt100 de Endress and Hauser</i>	35
III.5	<i>Transmetteur de température d'Endress and Hauser</i>	35
III.6	<i>Capteur et transmetteur de pression Cerabar SPMC71 Endress and Hauser</i>	36
III.7	<i>Coupe de capteur de pression</i>	36
III.8	<i>Manomètre de pression MEM3 de Baumer</i>	37
III.9	<i>Manomètre de pression différentielle MH ISO9001 de Baumer</i>	37
III.10	<i>Pressostat RDE8 de Baumer</i>	37
III.11	<i>Pressostat RDE8 de Baumer</i>	38
III.12	<i>Hygromètre MMY170/DY75 de GENERAL EASTERN</i>	38
III.13	<i>Fin de course de « Allen Bradley »</i>	39
III.14	<i>Vanne TOR de SOCTORIE</i>	40

III.15	<i>Vanne régulatrice de SOCTORIEL</i>	42
III.16	<i>Schéma représentatif d'un système automatisé de production</i>	43
III.17	<i>Schéma synoptique de l'architecture de la solution d'automatisation proposée.</i>	45
III.18	<i>Algorithme du jeu de vannes</i>	46
III.19	<i>Programme de détection « Trouble vannes »</i>	47
III.20	<i>Algorithme de gestion des temps de marche et arrêt des aéro-réfrigérants</i>	51
III.21	<i>Organigramme du système de contrôle du niveau liquide du ballon séparateur</i>	53
III.22	<i>Algorithme du permissif au démarrage du compresseur</i>	54
III.23	<i>Organigramme du système d'acquiescement des défauts</i>	56
III.24	<i>Table de mnémoniques (table de variables API)</i>	58
III. 25	<i>Synoptique de l'utilité de l'IHM</i>	59
III. 26	<i>Synoptique de l'architecture de supervision</i>	60
III. 27	<i>L'environnement du WinCC Advanced V13</i>	62
III. 28	<i>Vue d'état système ou visualisation</i>	64
III. 29	<i>Visualisation des différents cycles de l'UDA</i>	66
III. 30	<i>Interface de l'application S7-PLCSIM</i>	67
III. 31	<i>Mise en marche des aéro-réfrigérants en fonction de l'évolution de température : cas a et b</i>	67
III. 31	<i>Réponse du système face à un défaut TSH-GAZ</i>	68
III. 32	<i>Vue contrôle niveau et température du séparateur (simulation d'état critique)</i>	68

Introduction générale

Les responsables et ingénieurs de la Direction Régionale TFT (Tin Fouyé Tabankourt), ont fait part des difficultés rencontrées par les équipes en place quant à l'utilisation efficace des équipements existants marqués par une certaine obsolescence. Le problème posé était donc de moderniser le système de pilotage et supervision d'une unité de traitement de gaz (unité de déshydratation).

Mise en service depuis 1980, cette unité, alimentant en gaz sec le réseau de gaz lift de la région TFT, montre depuis quelques années des signes d'essoufflement du fait principalement des dysfonctionnements générés notamment par différents équipements.

L'état de ces équipements s'est régulièrement détérioré en raison notamment de leur intense sollicitation et leur fonctionnement en régime continu ; ce qui entraîne une récurrence des pannes.

De plus, la logique de commande étant câblée, elle rend les opérations de maintenance encore plus complexes, ce qui influe sur la difficulté à remettre en service l'Unité après tout déclenchement conduisant inévitablement à une chute de production.

D'où l'urgence à agir pour initier et engager une opération de rénovation globale.

Le résultat ciblé est alors le remplacement de l'ancien système de commande par un automate programmable industriel (S7-300 de SIEMENS) auquel s'ajoute la conception d'une interface homme machine pour supervision et contrôle de la station à l'aide du logiciel TIA PORTAL V13 de Siemens.

Les avantages induits par une telle démarche se résument comme suit :

- La localisation et la détection des pannes à distance
- Le contrôle et surveillance en temps réel du fonctionnement de la station,
- Un allègement du système en termes de câblage,
- La sauvegarde de tous les dysfonctionnements de la station grâce à un historique programmé.

En fin, mon nouveau système aura permis de réaliser trois principaux objectifs :

- Plus de sécurité, fonction essentielle dans le domaine pétrolier,
- Plus de disponibilité de l'outil industriel avec comme corollaire l'évolution de la production d'hydrocarbures,
- Plus de confort pour l'opérateur en lui facilitant les fonctions de supervision, de contrôle et d'opérations de maintenance particulièrement lors de recherches de pannes.

Mon travail sera présenté dans trois chapitres.

Dans le premier je vais définir et localiser l'unité de déshydratation par adsorption afin de montrer son rôle et son importance pour la production de la région TFT.

Le deuxième chapitre sera consacré à quelques suggestions de modification des instruments de mesure.

Le choix de l'organe de commande ainsi que le programme de contrôle/supervision feront l'objet du troisième chapitre.

Les résultats de simulation seront présentés et discutés au dernier chapitre.

Chapitre 1:

La Fermeture Gaz Lift et l'UDA

Dans ce premier chapitre, j'essaie de présenter le procédé technologique usité dans l'UDA, c'est-à-dire tel qu'il existe aujourd'hui à TFT. Après un exercice diagnostic de l'état des installations, et des systèmes de commande en particulier, quelques faiblesses ont pu apparaître, motivant ainsi que nous puissions proposer une batterie d'améliorations. Ces améliorations à différents niveaux de l'Unité seront présentées dans cette partie.

I.1 Récupération du pétrole

Pour l'exploitation, la récupération du pétrole exige un niveau de pression au sein du puits. Cette pression s'affaiblit du fait de l'épuisement progressif du gisement, lié à une longue période d'exploitation.

Pour activer ces puits et les mettre en régime d'exploitation, on a recours à deux procédés:

- Relevage mécanique des fluides par pompage,
- Allègement du fluide par mélange de gaz injecté dans la partie basse de la colonne de production appelée gaz-lift [1].

I.2 Gaz-lift

Le principe du gaz-lift est basé sur l'utilisation du gaz produit par l'exploitation pour augmenter la quantité d'huile extraite quotidiennement lorsque le réservoir "s'essouffle ". L'objectif d'une telle opération est donc d'assurer la récupération secondaire des puits à faible pression, par injection de gaz dans le puits pour alléger la colonne de production. UN projet de maintien de pression a été introduit pour la première fois en 1980 sur TFT. Afin de maintenir en éruption les puits de pétrole le plus longtemps possible, un réseau Gaz-lift a été installé.

I.3 Réseau Gaz-lift

Ce réseau est constitué de plusieurs unités appelées « Fermeture Gaz-Lift » (FGL), unités dont la mission est de récupérer le gaz de production issu des centres de séparation, le comprimer et le traiter pour le préparer à des opérations gaz-lift.

Une station principale FGL est composée de :

- ⇒ Une (01) unité de compression de gaz comprenant trois compresseurs alternatifs (à pistons),

⇒ Une (01) unité de traitement ou déshydratation de gaz UDA (Unité de Déshydratation par Adsorption), terrain de notre stage.

I.4 Pourquoi déshydrater le gaz ?

Le gaz naturel utilisé à des opérations gaz-lift doit être **sec** car la présence de liquides dans ce gaz (gaz humide) cause la formation de **sulfates de baryum** au niveau des puits, accélérant ainsi leur vieillissement. Par ailleurs, les vapeurs des liquides contenues dans le gaz peuvent se condenser, se solidifier provoquant la formation d'hydrates, et favoriser les phénomènes de corrosion au niveau des équipements si le gaz contient notamment des composés acides.

Pour éviter de tels phénomènes, il est nécessaire de réduire la teneur en eau du gaz avant sa réinjection dans les puits ; ce qui se fait au moyen de techniques de traitement appropriées appelées « *déshydratation* » ; cette tâche est assurée par l'UDA. Le synoptique suivant décrit d'une manière simplifiée le procédé d'extraction et de séparation du pétrole brut en partant des puits jusqu'aux unités de stockage d'huile et des unités du traitement de gaz (UTGA et UDA) :

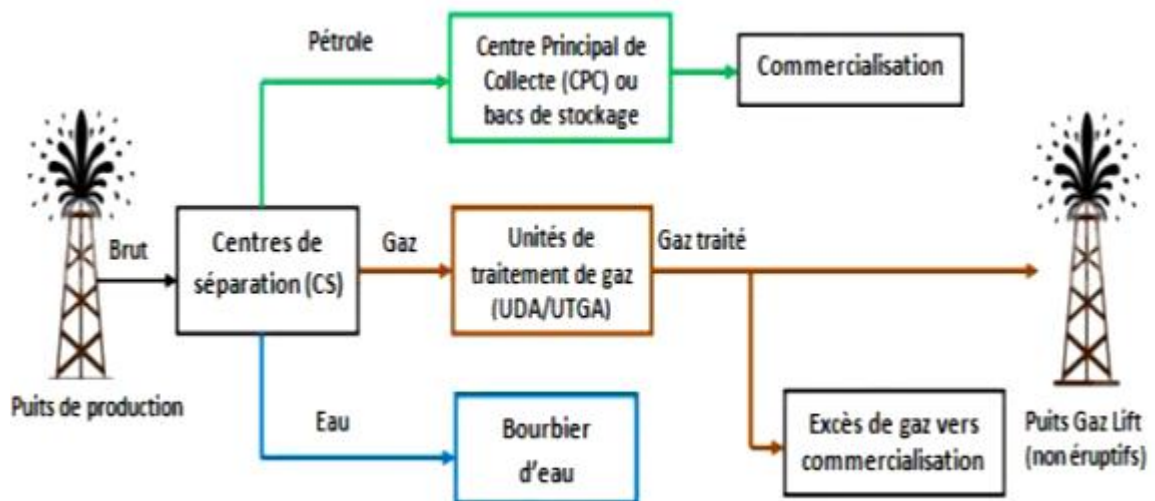


Figure I.1: Synoptique du processus d'extraction du pétrole.

I.5 Unité de Déshydratation par Adsorption

L'installation dénommée U.D.A. (Unité de Déshydratation par Adsorption), objet de notre travail, a pour vocation de traiter le gaz en le déshydratant pour le préparer à des opérations Gaz Lift. A cet effet, elle utilise la capacité d'adsorption d'un desséchant (tamis

moléculaire) solide pour enlever les hydrocarbures les plus lourds et l'eau contenus dans le gaz. L'UDA est composée des équipements suivants (voir figure 2):

1. Un (01) filtre scrubber,
2. Deux (02) tours de déshydratation à tamis moléculaires,
3. Deux (02) aéro-réfrigérants,
4. Un (01) séparateur,
5. Un (01) compresseur de régénération.



Figure I2: Vue d'ensemble de l'Unité de Déshydratation par Adsorption (UDA).

Avant de commencer toute description, il faut savoir que l'unité UDA comprend deux principaux cycles : **le cycle d'adsorption (déshydratation)** et **le cycle de régénération**.

En réalité, ces cycles prennent lieu simultanément au niveau des tours A et B, c'est-à-dire que quand la tour A est en cycle de production, la tour B est en cycle de régénération et vice versa.

I.5.1 Cycle de production et déshydratation:

Il représente le cycle de séchage ou déshydratation du gaz. Une tour est en production lorsqu'elle assure la fonction de séchage. Cette opération s'effectue grâce à un **desséchant** solide, chargé d'adsorber les vapeurs contenues dans le gaz. Ce cycle dure **huit (8) heures**.

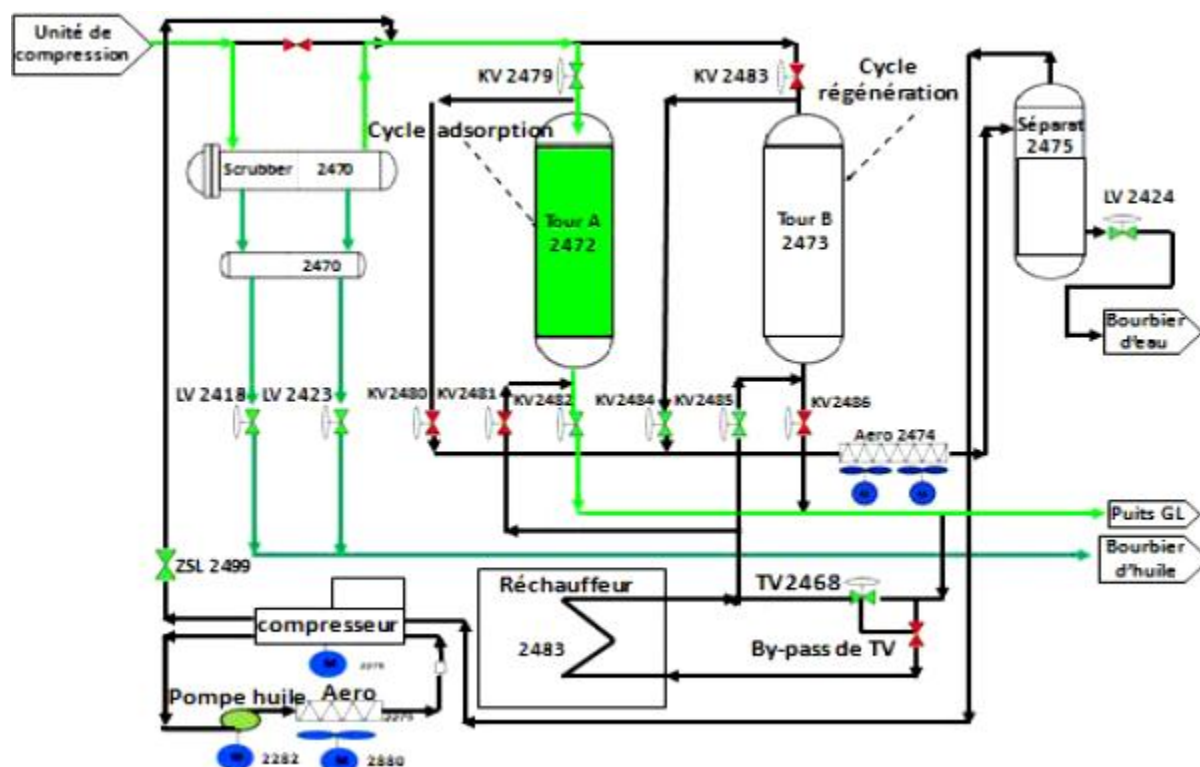
I.5.2 Cycle de réactivation du desséchant :

Lorsque le desséchant arrive à la saturation (soit après 8 h de production), il doit être régénéré, et la tour qui était en phase de production doit alors passer en phase de régénération. Le cycle de régénération, également d'une durée de 8 heures, est divisé en **trois phases** : une de **chauffage** (4 h), une de **refroidissement** (2 h) et une d'**attente** (2 h) [2].

I.6 Processus de traitement de gaz dans l'UDA

Pour mieux comprendre cela, j'explique chacun des cycles séparément, en considérant la tour A en cycle de production et la tour B en cycle de régénération.

I.6.1 Cycle de production : (Tour A en déshydratation pendant 8 h) :



FigureL3 : Circuit correspondant au cycle d'adsorption [2]

Avec :

KV: Electrovanne; **M**: Moteur; **LV**: Vanne de purge; **ZSL** : Vanne de refoulement; **TV** : Vanne de by-pass (à 3 voies).

Au départ, le gaz humide issu de l'unité de compression (comprimé à **70bars**) entre dans l'unité UDA par le collecteur d'entrée pour arriver au **filtre scrubber 2470**. Ce premier

filtre a pour rôle d'effectuer une première séparation en extrayant tous les liquides et huiles compris dans le gaz d'entrée. Les liquides ainsi recueillis en partie basse du scrubber, sont évacués de l'unité par les vannes de contrôle **LV2418** et **LV2423**, vannes actionnées automatiquement par des contrôleurs de niveau **LC2418** et **LC 2423**.

Le gaz quitte le scrubber et retourne dans le collecteur d'entrée, puis passe à travers la vanne **KV 2479** pour pénétrer dans la tour A en adsorption (2472).

A son arrivée dans la tour d'adsorption, le gaz humide entre en contact avec le desséchant qui adsorbe les vapeurs contenues dans le gaz. Le procédé d'adsorption est également connu sous les noms de « séchage » ou « déshydratation ».

Le gaz sec quitte la tour A (2472), passe par la vanne **KV 2482** et arrive au niveau du collecteur de sortie pour être acheminé vers les puits GL.

Pendant tout ce temps (de production de la tour A), la tour B est en régénération (réactivation de son desséchant).

I.6.2 Cycle de régénération du desséchant : (Tour B en régénération pendant 8h)

Comme mentionné plus haut, la régénération est réalisée en 3 phases (chauffage, refroidissement et attente) dont nous expliquons ici le déroulement.

- Phase de chauffage (4 h):

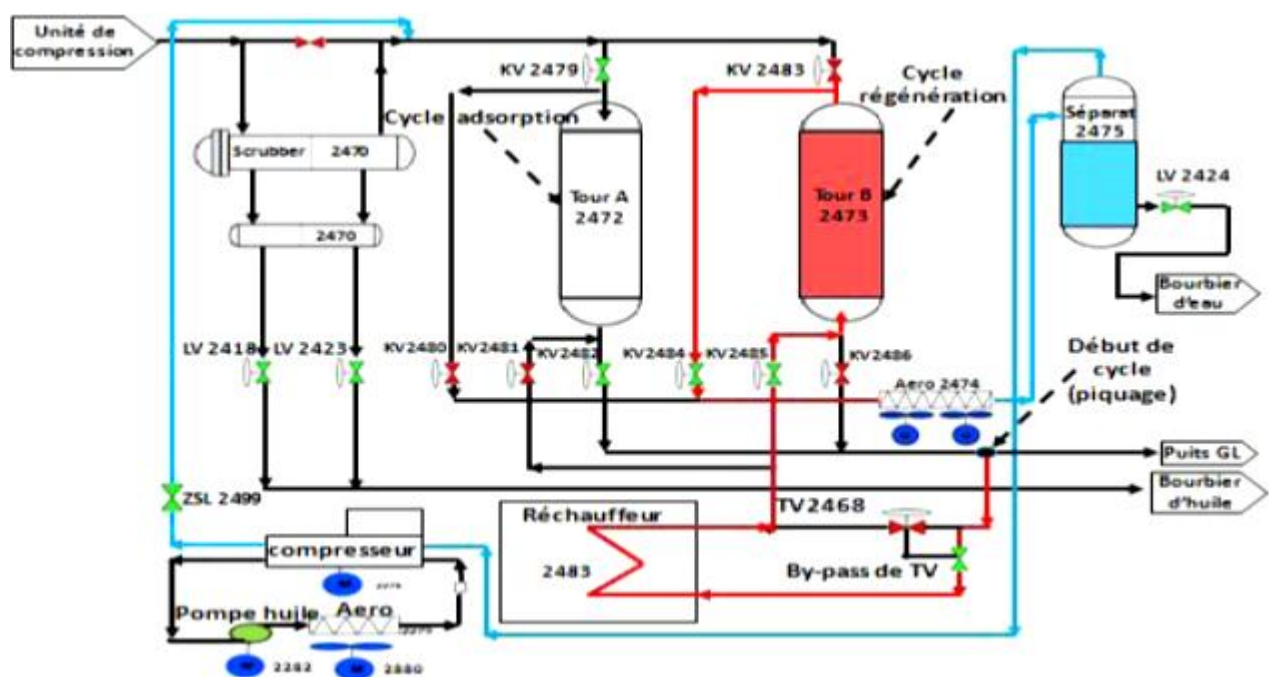


Figure L4 : Circuit correspondant au cycle de chauffage

Avec : **KV** : Electrovanne ; **M** : Moteur ; **LV** : Vanne de purge ;

ZSL : Vanne de refoulement ; **TV** : Vanne de by-pass (à 3 voies).

Le gaz sec de régénération est prélevé à la sortie de l'UDA au niveau du collecteur de sortie (vers puits GL) ; il passe ensuite par **la vanne de by-pass** (TV 2468), pour aller vers le réchauffeur où sa température est portée à **270°C**. Il quitte le réchauffeur pour rejoindre la tour B (2473) à travers la vanne KV2485.

En remontant dans la tour, le gaz fait monter la température du lit desséchant à **230°C** permettant l'évaporation des liquides préalablement adsorbés par le desséchant. Les vannes (KV2483-KV2486) étant fermées, le gaz régénéré quitte la tour B (2473), puis passe à travers la vanne KV2484, pour se retrouver au niveau des aéro-réfrigérants avant de rejoindre le séparateur (2475).

Au niveau des aéro-réfrigérants, la température du gaz est abaissée à **10°C au-dessus de la température ambiante** ; ce qui condense les vapeurs, à l'origine contenues dans le gaz d'entrée.

Le gaz régénérant quitte le séparateur par sa sortie haute, rejoignant ainsi l'aspiration du **compresseur 2277**, pour être ensuite refoulé par celui-ci vers le collecteur d'entrée via la vanne de refoulement **ZSL 2299**.

Remarque :

Le gaz de régénération circule en cycle fermé, c'est-à-dire que le gaz sec utilisé pour la régénération est prélevé de la sortie de l'UDA, circule en circuit fermé dans le système de régénération et est ensuite réinjecté à l'entrée de l'UDA.

- Phase de refroidissement (2 h):

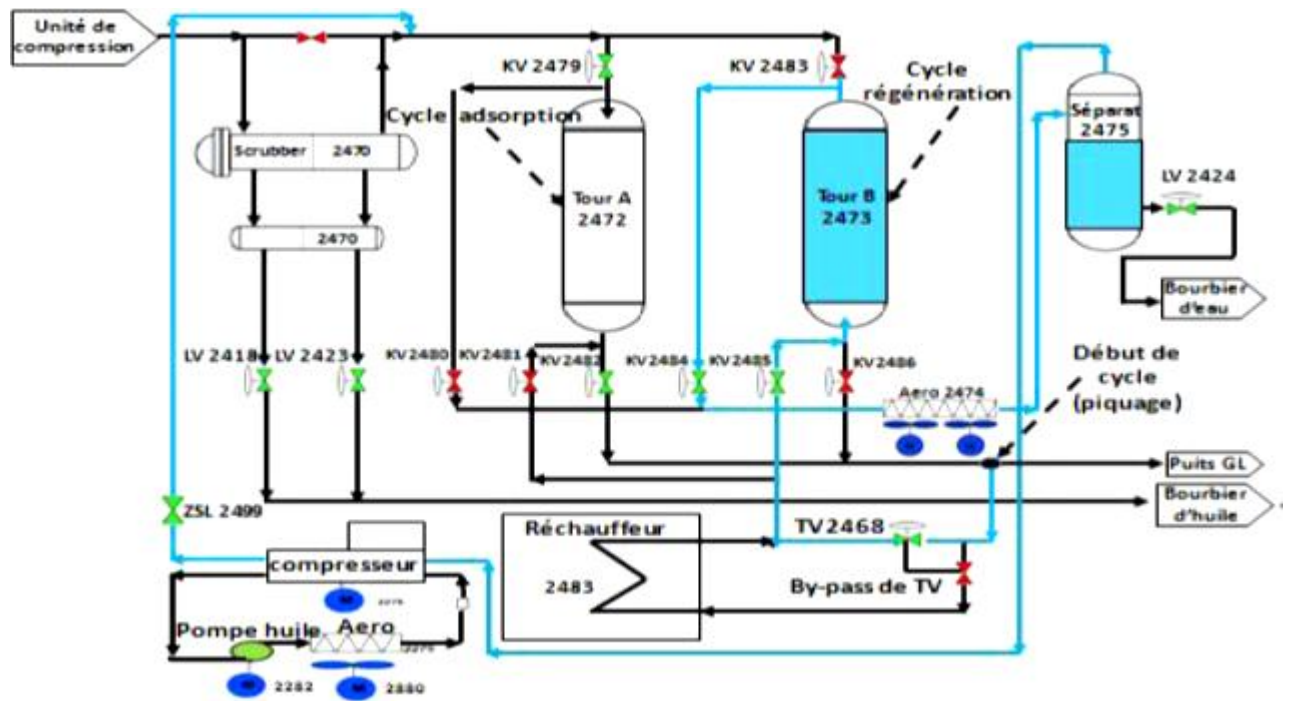


Figure I5 : Circuit correspondant au cycle de refroidissement.

Avec :

KV : Electrovanne ; **M**: Moteur; **LV**: Vanne de purge; **ZSL**: Vanne de refoulement;
TV: Vanne de by-pass (à 3voies).

Après les 4 h de chauffage, la vanne by-pass TV (2468) change de position (by-pass fermé et TV ouverte 2468). Le gaz froid est acheminé vers la tour B en régénération pendant 2h pour la refroidir et la préparer pour le cycle d'adsorption. Pendant ce cycle (refroidissement), le gaz sortant de la tour B (2473) entre dans le refroidisseur (aéro 2474). Après les 2 h de refroidissement, la tour séchée, sera alors prête à être réutilisée en adsorption.

- Phase d'attente (2 h):

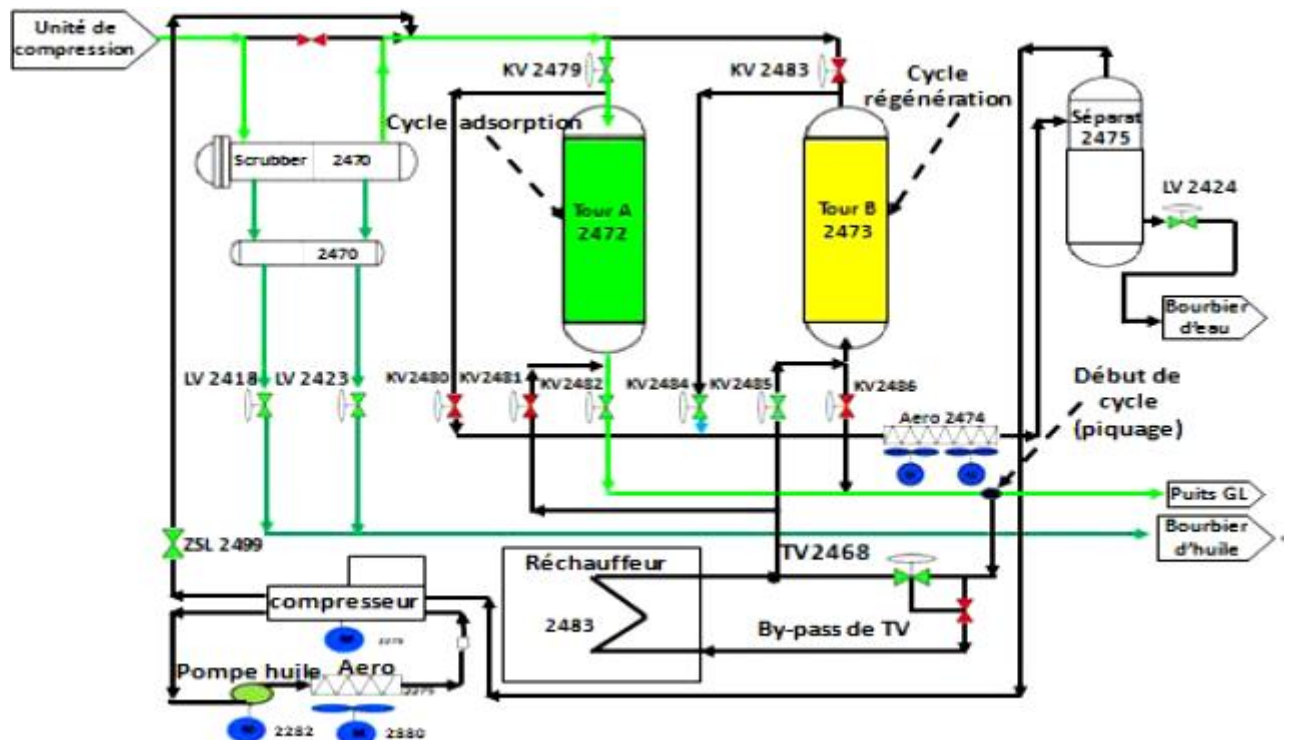


Figure L6 : Circuit correspondant au cycle d'attente

Après les 2 h de refroidissement, le compresseur de régénération s'arrête et la tour B (2473) entre en phase d'attente pendant 2 h au terme desquelles la tour A aura terminé ses 8 h d'adsorption ; la tour B ayant alors achevé la régénération de son desséchant. Après quoi, les deux cycles des tours s'alternent : A en régénération et B en production.

I.7 Répartiteur de séquences de cycle (cahier des charges de l'UDA)

Pour que le procédé se déroule normalement et en toute sécurité, les cycles des différents équipements précédemment expliqués doivent être rigoureusement respectés, notamment dans un ordre logique. En égard à la complexité de cet ensemble, un cahier des charges est nécessaire, lequel reprend une vue d'ensemble des différents éléments et de leur état en fonction du temps.

La figure 1.7 l'illustre clairement et montre que :

- les tours A et B travaillent en alternance pendant un cycle de 3 x 8h par jour,

- les vannes (KV) changent d'état toutes les 8 h, assurant le bon acheminement du gaz à l'intérieur des tours,
- la vanne TV (vanne à 3 voies) et son By-pass changent d'état après les 4 h de chauffage pendant le cycle de régénération,
- le compresseur de régénération doit fonctionner pendant les cycles de chauffage et refroidissement de la phase de régénération (4h +2 h) et s'arrêter pendant 2 h,
- les aéro-réfrigérants doivent suivre l'état du compresseur (6h marche et 2h arrêt) pour protéger ce dernier en surveillant la température de gaz à son aspiration.

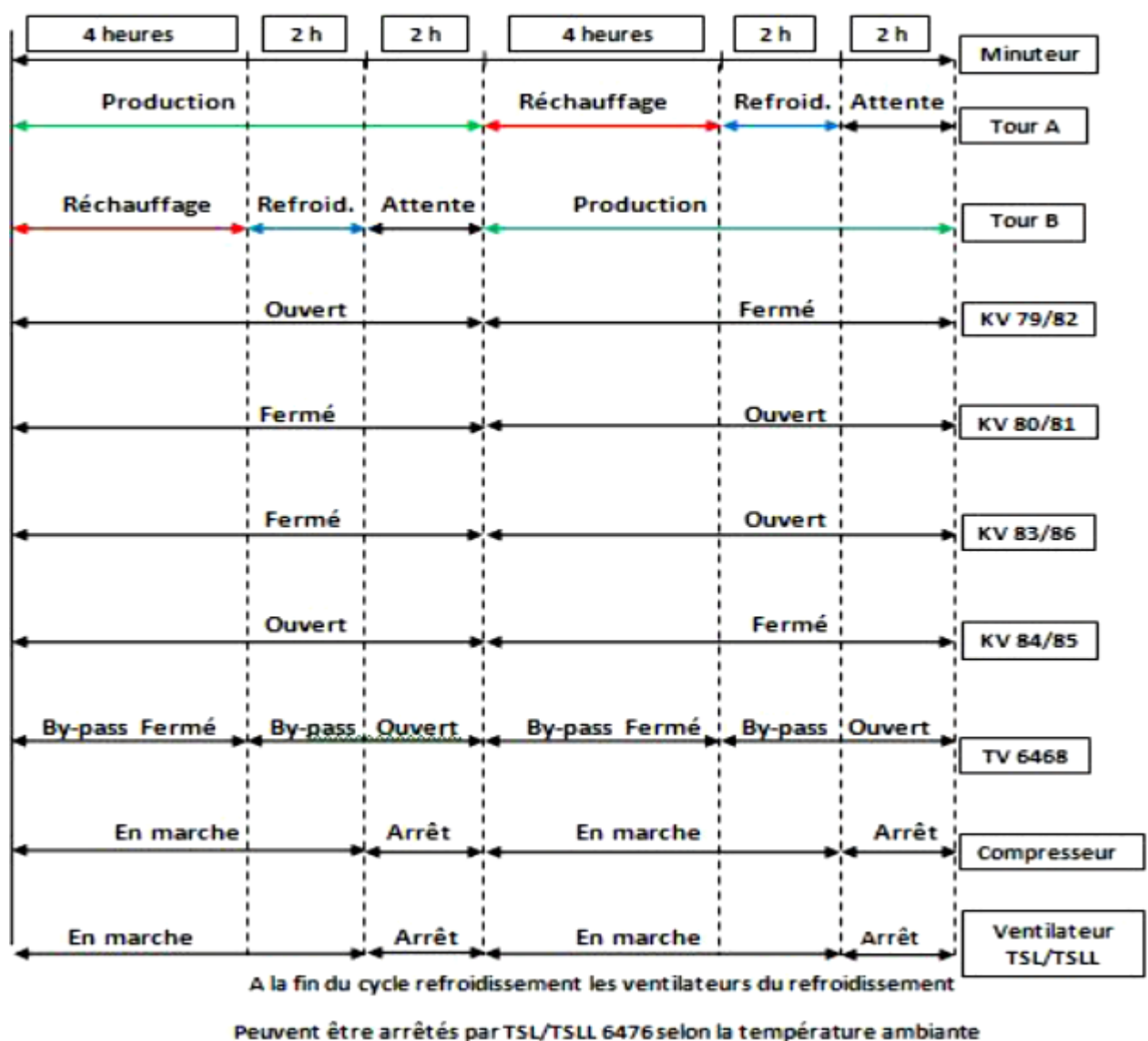


Figure L7 : Cahier des charges de l'UDA



I.8 Problématique générale

La station de traitement de gaz UDA est en fait une station relativement ancienne, marquée par une certaine obsolescence des équipements et des processus de commandes, influant quelque peu sur la productivité et l'efficacité globale de la station. Cela n'est pas sans conséquence sur le confort des opérateurs tels que ceux de la maintenance, du monitoring, etc. L'entreprise est également confrontée à un problème de récurrence des arrêts de la station. Elle nous a alors sensibilisées sur cette problématique en nous chargeant de réfléchir à une solution portant amélioration du dispositif en place par introduction de rénovation et modernisation du système de gestion. Après échanges avec les principaux responsables qui ont bien voulu nous imprégner de la logique actuelle de fonctionnement et des visites approfondies des installations sus-décrites, il nous a été proposé d'automatiser cette station à l'aide d'automates programmables industriels (API).

Chapitre 2:

Analyse du fonctionnement du système actuel

Je propose de décrire maintenant le système actuel avant de présenter mon propre diagnostic et élaborer sur cette base quelques éléments de solution. Cette description se fera en 2 parties : le système de commande actuel et le fonctionnement des différents éléments de l'Unité. Au terme de cette analyse, j'essaie de proposer quelques pistes portant sur l'amélioration à travers une modernisation de la gestion et des équipements d'instrumentation.

II.1 Commande du système actuel

La gestion et la commande actuelles de tout le système décrit plus haut est basée sur une logique câblée, c'est-à-dire en interconnectant judicieusement des opérateurs matériels (électriques, pneumatiques, etc.) réalisant des fonctions logiques de base destinées à la commande. Ces interconnexions engendrent un **encombrement physique** important du système en place, s'accroissant au fur et à mesure de la complexité du problème du système à commander. Une modification de la commande impliquant des modifications de câblage, qui ne manqueront pas d'influer négativement sur la maintenance. Ainsi, l'armoire électrique du système actuel telle qu'illustrée dans l'image ci-après traduit bien ce phénomène d'encombrement.

Cette description de l'unité se fera par bloc, le bloc correspondant à chaque étage de la station comportant les différents équipements.



Figure II.1 : Quelques photos illustrant le système de commande actuel



II.2.2 Les tours de séchage et déshydratation:

Rappelons que les deux tours A et B ont pour rôle de déshydrater le gaz humide grâce à leurs tamis moléculaires. Les deux tours subissent donc deux cycles (production et régénération) et travaillent en alternance. Le jeu de vannes (en amont et en aval des tours) oriente les gaz (gaz humide et gaz de régénération) vers les tours appropriées en fonction de la finalité recherchée.

L'état des vannes (ouvert/fermé) est commandé par des **électro-distributeurs (SV)**, dont le signal de commande électrique est géré par un système à cames mécaniques.

Principe:

Les cames mécaniques agissent en fonction du temps sur des switches par contact physique, permettant ainsi d'exciter ou de désexciter les bobines des électrovannes, et donc de commander l'ouverture ou la fermeture des vannes.

La tour A et l'instrumentation qui lui est liée sont représentées ci-après:

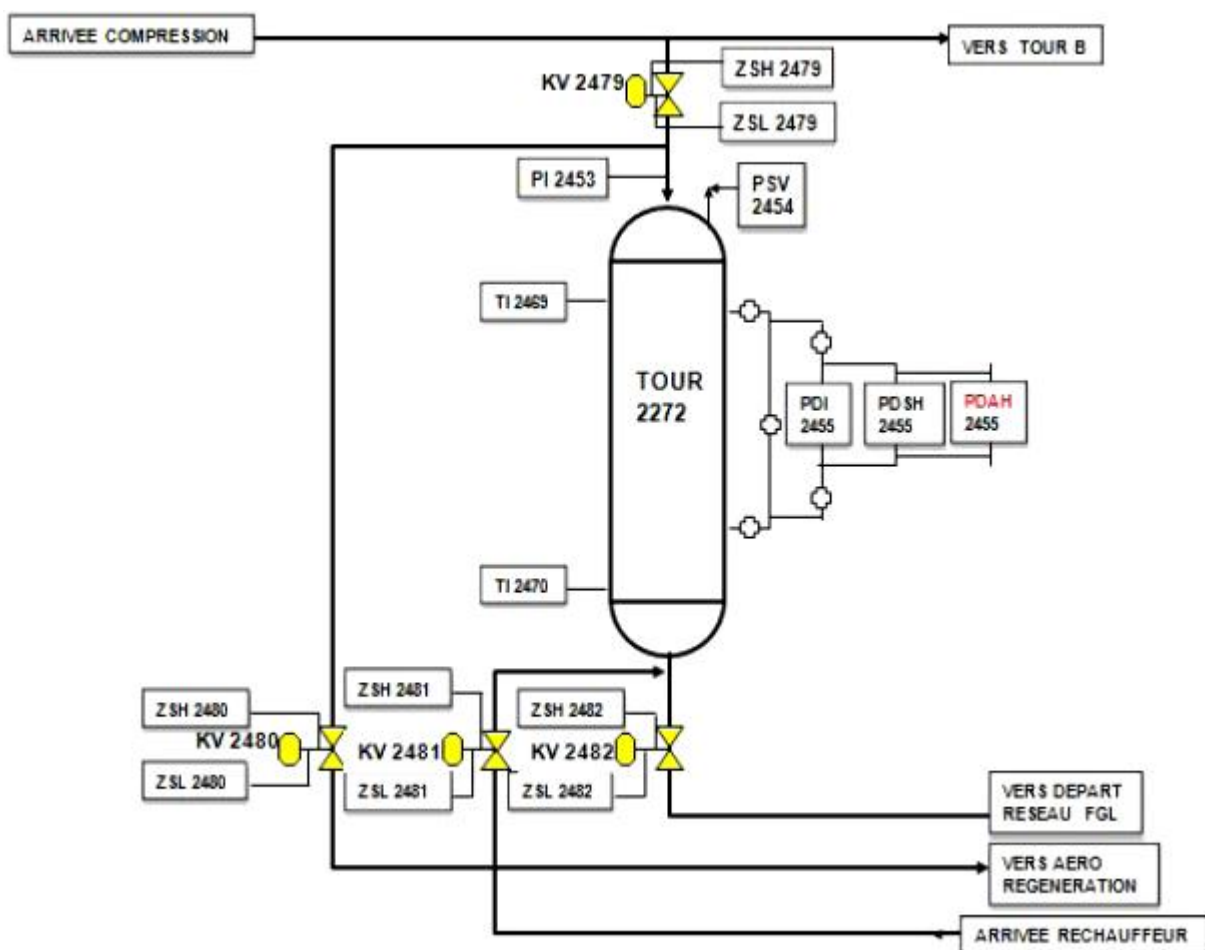


Figure II.3 : Schéma P & ID de la tour A.

Avec :

PI : Indicateur de pression; **PDI**: Indicateur de pression différentielle; **PDSH**: Détecteur de pression différentielle haute; **PDAH**: Alarme de haute pression différentielle;
TI: Indicateur de température; **PSV**: Soupape de décharge; **KV24xx**: Electrovanne;
ZSH (24xx): Fin de course de l'électrovanne KV24xx; **ZSH**: fin de course de l'électrovanne KV24xx.

Les tours A et B sont dotées des éléments suivants :

1. Les vannes KV placées en amont et en aval des tours permettant l'acheminement du gaz,
2. SV permettant la commande de l'état des vannes,
3. Des fins de course ZSH et ZSL déterminant l'état des vannes (ouverte/fermée),
4. Un indicateur de pression PI au sommet de chaque tour indiquant la pression du gaz,
5. Quatre (04) indicateurs de température (TI), deux (02) pour chaque tour,
6. Un indicateur de pression différentielle (PDI), mesurant la différence de pression entre le haut et le bas de la tour,
7. Un détecteur de pression différentielle « haute » (PDSH) signalant le cas de **colmatage** du tamis moléculaire.

II.2.3 Les aero-réfrigérants:

Les aéro-réfrigérants devant travailler 6 h et s'arrêter 2 h, sont également tenus par un cycle (temps) de fonctionnement ; ces cycles (temps) sont eux-mêmes gérés par un système à cames mécaniques. Durant leur temps de service, les aéro-réfrigérants sont commandés (enclenchement/arrêt) en fonction de la température du gaz à leur niveau. Cette dernière action (commande) est assurée par des switches détecteurs de température (TSH-TSHH).

Principe :

La came mécanique agira sur un switch en le fermant pendant 6 h et l'ouvrant 2 h. Lors du temps de service des aéro-réfrigérants, ce switch est fermé, et dans le même temps, les switches détecteurs de température (TSH-TSHH) réagissent à l'état de la température du gaz, assurant ainsi respectivement la commande (marche/arrêt) des aéro-réfrigérants 1 et 2.

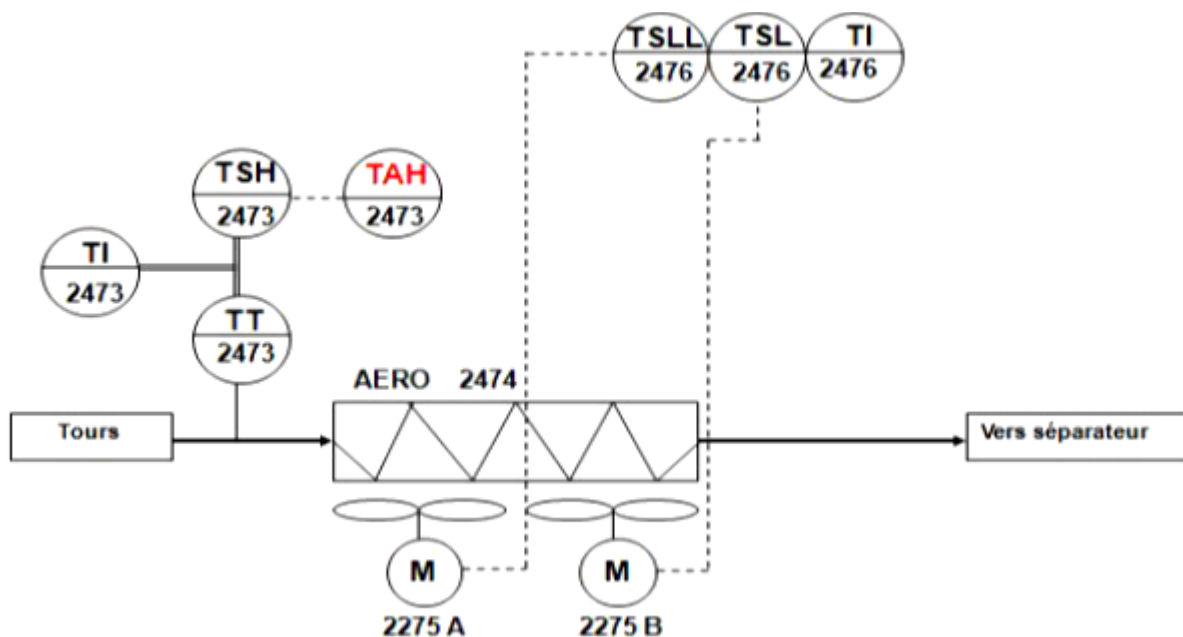


Figure II.4 : Schéma du P & ID de l'étage des aéro-réfrigérants

Avec :

TI: Indicateur de température; **TT:** Transmetteur de température ; **TSL:** Détecteur de température basse; **TSSL:** Détecteur de température très basse; **TSH:** Détecteur de température haute; **TAH:** Alarme de température haute.

Le bloc des aéro-réfrigérants est composé des instruments et équipements suivants :

1. un indicateur de température (TI) mesurant la température du gaz à l'entrée des aéro-réfrigérants.
2. un switch détecteur de température « basse » (TSL), permettant d'enclencher l'aéro-réfrigérant B,
3. un switch détecteur de température « très basse » (TSSL), permettant d'enclencher l'aéro-réfrigérant A,
4. un switch détecteur de température « haute » (TSH), signal une haute température gaz,
5. les moteurs (02) des deux aéro-réfrigérants.

II.2.4 Le séparateur :

Le séparateur ayant pour rôle d'effectuer une séparation gaz/liquides, doit évacuer ces liquides par une vanne de purge commandée par un contrôleur LC à commande



pneumatique. Le système de commande de cette vanne de purge s'effectue localement via un régulateur à action proportionnelle.

La sortie haute du séparateur étant reliée à l'aspiration du compresseur, un quelconque dépassement de niveau de liquide pourrait endommager le compresseur ; c'est pourquoi un système de sécurité a été mis en place à ce niveau.

Principe :

Ce système de sécurité est basé sur l'introduction d'un switch (détecteur de niveau « haut » du liquide) (LSH), niveau à partir duquel le switch commutera, provoquant un arrêt du compresseur entraînant un déclenchement (arrêt) total et instantané de la station UDA.

La figure suivante illustre l'étage du séparateur ainsi que l'instrumentation qui l'entoure :

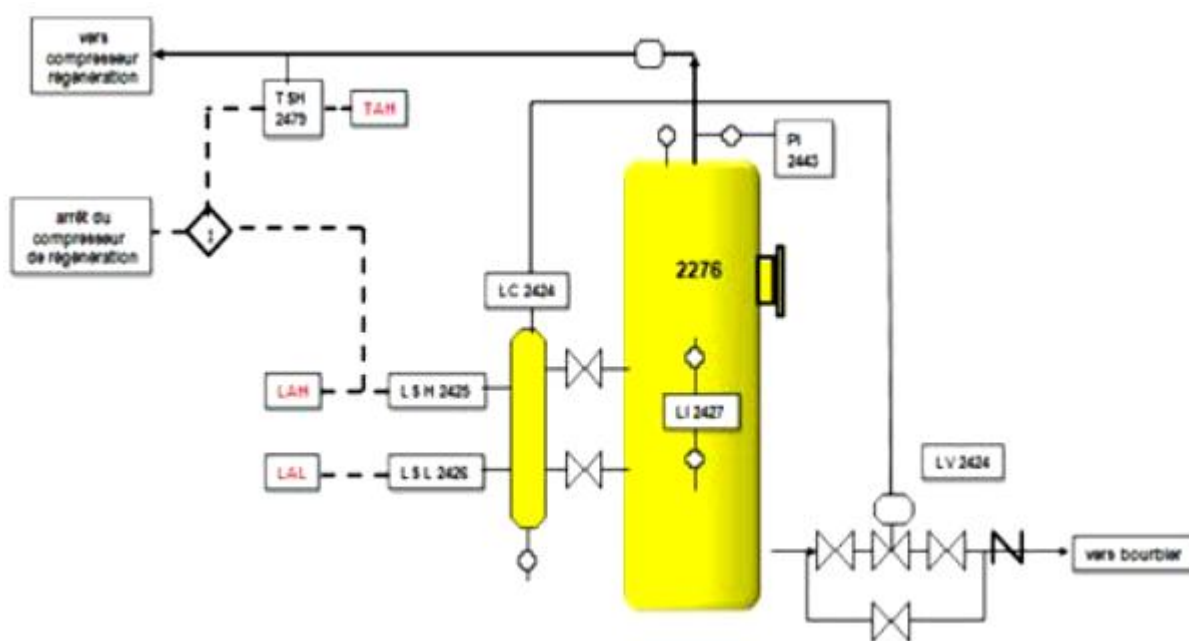


Figure II.5 : Schéma P&ID de l'étage du séparateur

Avec :

TSH: Détecteur de température haute; **TAH:** Alarme de température haute; **LSH:** Détecteur de niveau haut; **LAH:** Alarme de niveau haut; **LSL:** Détecteur de niveau bas; **LAL:** Alarme de niveau bas; **LC:** Contrôleur de niveau; **LI:** Indicateur de niveau; **PI:** Indicateur de pression.

Le bloc séparateur se compose des éléments suivants :

1. une vanne de purge (LV 2424) assurant l'évacuation des liquides au niveau du ballon séparateur,
2. un contrôleur de niveau (LC) commandant l'ouverture de la vanne de purge,
3. un switch détecteur de niveau « haut » (LSH) permettant l'arrêt du compresseur à ce niveau,
4. un switch détecteur de niveau « bas » (LSL) signalant le niveau « bas »,
5. un indicateur (PI) mesurant et indiquant la pression du gaz à la sortie du séparateur.

II.2.5 Le compresseur de régénération:

Il s'agit d'un **compresseur centrifuge** grâce auquel le gaz de régénération circule dans le circuit. Il doit donc être en service durant la phase de régénération de chaque tour (en marche 6h et en arrêt 2h). Son temps de service est à son tour géré par des cames mécaniques. Il est considéré comme l'organe noble de la station puisque sa mise à l'arrêt induit un arrêt de la totalité de la station.

En égard à la sensibilité et à l'importance de cet équipement, une série de sécurités est nécessaire pour sa mise en service et la libération du « prêt au démarrage » [3].

Les cycles de fonctionnement du compresseur et des équipements périphériques sont illustrés ci-après :

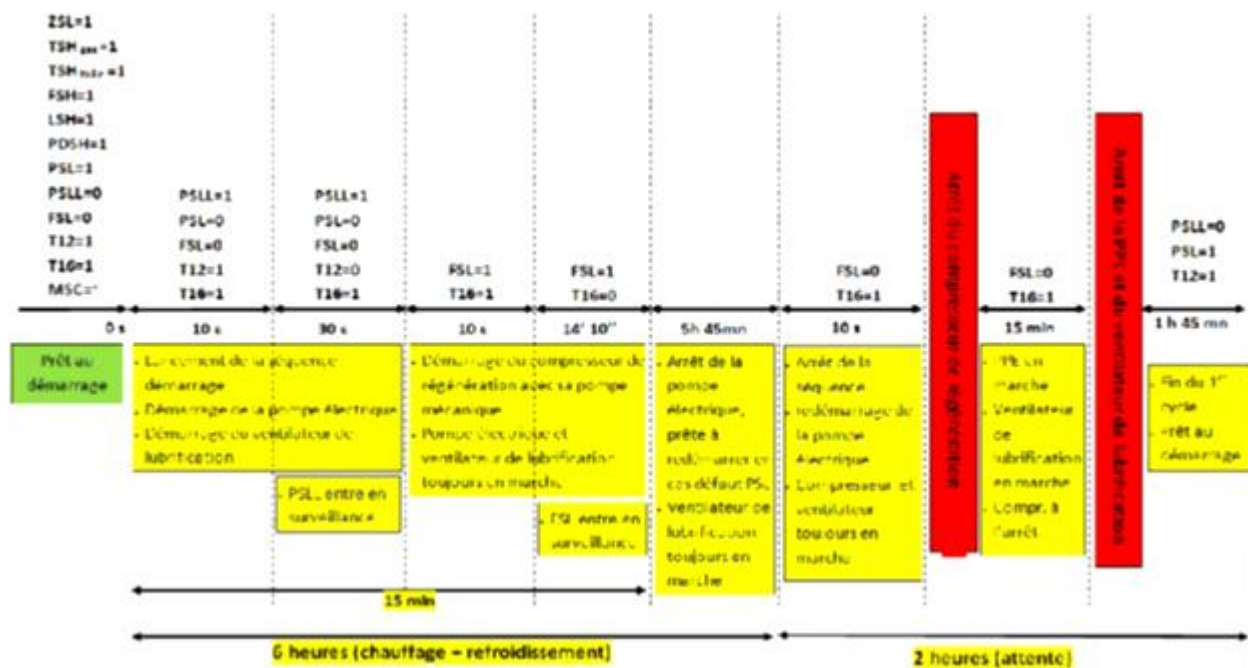


Figure II.6 : Séquences de fonctionnement du compresseur de régénération

bloc du compresseur de régénération est composé de deux circuits: **circuit gaz** et **circuit huile** tels qu'illustrés dans la figure suivante :

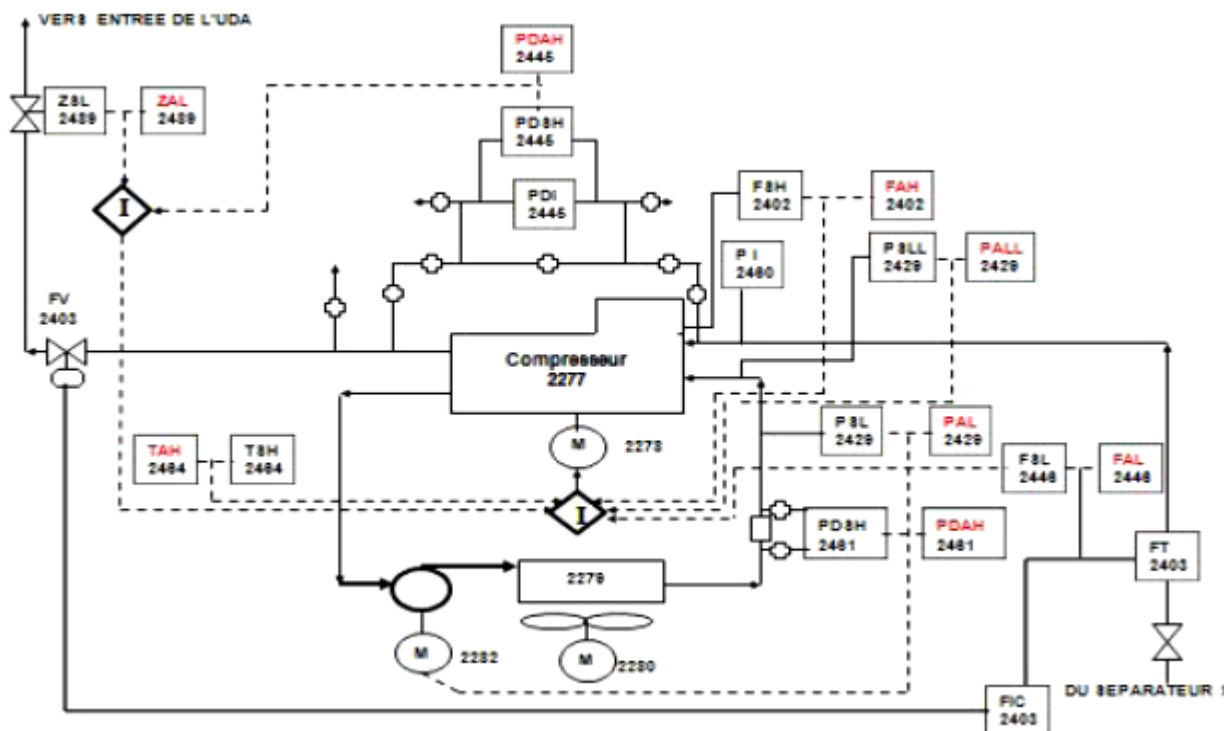


Figure II.7 : Schéma P&ID de l'étage du compresseur

Avec :

ZSL: Fin de course de la vanne de refoulement; **ZAL:** Alarme vanne refoulement;

FV: Vanne papillon; **TSH:** Détecteur température haute; **TAH:** Alarme température haute;

PI: Indicateur pression; **PDI:** Indicateur pression différentielle; **PDSH:** Détecteur haute pression différentielle; **PDAH:** Alarme pression différentielle haute; **PSL:** Détecteur pression basse; **PSLL:** Détecteur pression très basse; **PAL:** Alarme pression basse; **PALL:** Alarme pression très basse; **FSH:** Détecteur débit haut; **FAH:** Alarme débit haut; **FT:** Transmetteur de débit; **FIC:** Indicateur et contrôleur de débit.

Les instruments et équipements de chaque circuit sont les suivants :

• **Circuit de gaz :**

1. FI indicateur de débit mesurant et indiquant le débit de gaz à l'aspiration du compresseur,
2. FIC, contrôleur et indicateur de débit de gaz, permettant la commande de la vanne FV 2403,



3. FSH, switch détecteur de débit « bas »,
4. PDI, indicateur de pression différentielle, mesurant et indiquant la pression différentielle entre l'aspiration et le refoulement du compresseur,
5. FV, vanne de contrôle automatique,
6. ZSL/ZAL 2499, détecteur de fin de course, permet de donner l'état de la vanne,
7. Moteur pompe mécanique 2278,

• Circuit d'huile :

1. TI, indicateur de température d'huile,
2. TSH, switch détecteur de température « haute »,
3. PSL 2446, switch détecteur de pression « basse », signale un niveau d'huile « bas»,
4. PSL, switch détecteur de pression « très basse », signale un niveau d'huile « très bas »,
5. M 2282, moteur pompe d'huile,
6. M 2280, moteur du ventilateur de lubrification.

II.3 Diagnostic

A l'effet de mieux circonscrire la préoccupation de l'entreprise, nous avons jugé utile de procéder préalablement à un diagnostic sommaire des installations tel que décrit plus haut. C'est ainsi qu'à l'issue de ce premier round, nous avons identifié quelques faiblesses aux points suivants :

- Système de sécurité et mécanismes d'alerte,
- Système de supervision et de commande,
- Flexibilité du système,
- Saturation (par encombrement) du système,
- Programmeur à cames qui entraîne beaucoup d'inconvénients.

II.4 Objectifs du projet

Devant un tel diagnostic, il nous est vite apparu la nécessité de procéder en premier lieu au remplacement du système de gestion actuel, celui-ci étant basé sur une logique câblée



(relais, temporisateurs...) et un programmeur séquentiel électromécanique dit « à cames ». Le nouveau système que j'ai proposé est fondé sur un système automatisé de production à l'aide d'un automate programmable industriel (API). Pour améliorer la supervision et la fonction contrôle, j'ai adjoint un pupitre assurant l'interface homme-machine (IHM) au niveau de la salle de contrôle.

Cette démarche se décline à travers les étapes suivantes :

- Programmation du système de gestion des différentes séquences de l'UDA sur l'API (SIEMENS S7-300),
- Conception et programmation d'une Interface Homme Machine,
- Simulation du programme mis au point et visualisation du comportement (réaction) du système face aux différentes situations,

Ce chapitre nous a permis de relever quelques faiblesses dans le système en place, liées à plusieurs facteurs. Sur cette base, nous avons proposé une batterie de mesures qui concourent à l'amélioration de l'existant. Ceci fera l'objet des deux derniers chapitres.

Chapitre 3:

Modernisation de la station

L'instrumentation est une technique mettant en œuvre un certain nombre d'éléments tels qu'instruments de mesure, capteurs, régulateurs, actionneurs qui permettent d'obtenir des informations indispensables au contrôle d'une installation automatisée par l'intermédiaire de capteurs et de détecteurs, mais également d'agir sur cette base sur la matière d'œuvre à travers les actionneurs. L'exploitation des informations ainsi délivrées par les capteurs et détecteurs peut être facilitée par des logiciels d'analyse du signal, de traitement et de visualisation de données.

Dans ce chapitre, nous présenterons les instruments de mesure et les actionneurs que nous devons dimensionner, afin d'assurer le pilotage de l'Unité de Déshydratation par Adsorption (UDA) de Tin Fouyé Tabankort. Cette opération est motivée par quelques faiblesses relevées au niveau de l'ancienne instrumentation et la nécessité d'y palier par un remplacement par de nouveaux équipements d'instrumentation plus adaptés à notre nouveau système.

III.1 L'instrumentation actuelle.

Après un travail de reconnaissance des installations, nous avons relevé quelques faiblesses au niveau des équipements d'instrumentation dans le système actuel, faiblesses marquées par :

- L'obsolescence de certains appareils,
- La faible fiabilité des appareils,
- La nature des signaux délivrés non adaptée à notre nouveau système de commande.

III.2 La nouvelle instrumentation proposée

Le gaz circulant dans l'Unité est comprimé à 70 bars et subit de très grandes variations de température pendant les différents cycles de fonctionnement de l'UDA (adsorption, réchauffage et refroidissement). Le choix de l'équipement à mettre en place doit être de ce fait d'autant plus judicieux qu'il impacte directement sur la sécurité des installations. Il faut par exemple éviter toute instrumentation ou situation susceptible de provoquer une étincelle pouvant entraîner une explosion. De ce fait, les instruments dédiés à cette industrie sont spécifiques.

Dans cette partie, nous présentons les différents instruments à utiliser dans l'installation et que nous avons dimensionnés conformément aux exigences du cahier des charges et qui, en Algérie, doivent être agréés par l'Office National de Métrologie Légale (ONML).



III.2.1 Dimensionnement des instruments de mesure (capteurs) :

Au niveau de l'UDA, cinq (05) paramètres importants doivent être mesurés à l'aide de capteurs :

- Paramètre « Niveau »,
- Paramètre « Température »,
- Paramètre « Pression »,
- Paramètre « Débit »,
- Paramètre « Taux d'humidité ».

- Instrumentation de mesure de niveau

Dans l'Unité, une mesure de niveau est effectuée sur des liquides au niveau du Scrubber d'entrée et du ballon séparateur. Il y a lieu de préciser que cette mesure est continue et fournie instantanément. Pour cela, nous avons sélectionné les capteurs « Time-of-Flight Micro pilot FMR54 » de « Endress and Hauser » ainsi que le transmetteur « E3 MODULELEVEL » numérique de « Magnetrol ».

a) Capteur de niveau radar avec son transmetteur de « Endress and Hauser »

Critères du choix du capteur:

- Sa résistance aux conditions de milieux hostiles,
- Son étendue de mesure,
- Sa fiabilité,
- La nature de son signal de sortie,



Figure III.1 : Capteur de niveau radar FMR54 « Endress and Hauser »

- Spécialement destiné à la mesure de niveau de liquides avec risque de fort dégagement de vapeur.

b) Transmetteur de niveau à plongeur de MAGNETROL:

Critères du choix du capteur:

Ce choix se justifie par les raisons suivantes:

- Stabilité du signal de sortie,
- Simplicité de l'installation,
- Nature du signal de sortie.



Figure III.2 : Transmetteur de niveau à plongeur de Magnetrol

- Instrumentation de mesure de température

Généralement, la sécurité des procédés pétroliers est sensible à l'augmentation de la température. Dans le cas présent, ce paramètre est d'autant important que l'Unité est elle-même sujette à des variations significatives de température atteignant les extrêmes sur des cycles de temps courts. Pour mesurer et contrôler ce paramètre au sein de l'UDA, il est nécessaire de le faire à plusieurs niveaux à l'instar de ceux de l'instrumentation mentionnés plus haut. Il est alors nécessaire d'installer des capteurs pour l'indication locale de température; cette information pouvant être également transmise parfois au système de contrôle par des transmetteurs. Les instruments dédiés à cette fonction se déclinent comme suit:

a) Thermomètre bilame (bimétallique):

En ce qui concerne l'indication locale de la température, le thermomètre bilame d'Ashcroft série CI a été sélectionné à cet effet. Pour plus de détails sur le

Critères du choix du capteur:

Ce choix s'est effectué pour:

- L'étendue de la plage de mesure,
- Sa résistance aux conditions extrêmes du process,
- Le choix de la Direction Technique de TFT ^[4].



Figure III.3 : Thermomètre bilame d'Ashcroft (série CI)

b) Sonde Pt100 avec un transmetteur en tête:

➤ **Sonde Pt100 :**

La sonde de température choisie, de type platine (PRTD Platinum Résistance Temperature Detector), est l'«Omnigrad STR66 Thermomètre Pt100 antidéflagrant » d'Endress and Hauser.

Critères du choix du capteur:

Ce sont:

- L'étendue de la plage de mesure,
- La précision apportée,
- La stabilité,



Figure III.4 : Sonde Pt100 d'Endress and Hauser

➤ **Transmetteur TMT84 en tête de la sonde :**

Comparés au raccordement direct Pt100, les transmetteurs « Endress and Hauser » offrent une plus grande précision de mesure, une meilleure fiabilité et stabilité à long terme inégalées dans les process industriels critiques. Le transmetteur configurable transmet des signaux convertis de thermo-résistances (RTD) et de thermocouples (TC) [6].



Figure III.5 : Transmetteur de température d'Endress and Hauser

- Instrumentation de mesure de pression

Il s'agit là d'un paramètre que l'on doit connaître aux différents niveaux du process. Il existe également un autre élément d'information portant sur la pression différentielle que l'on cherchera à mesurer au niveau des équipements de la station. La lecture de la pression dans les différents points du process se fait, soit au niveau local par le biais de manomètres (indicateurs de pression), soit au niveau de la salle de contrôle, auquel cas cette information aura été transmise grâce à des transmetteurs pour une mesure continue ou grâce à des pressostats pour des mesures discrètes.

a) **Capteur et transmetteur de pression**

En ce qui concerne la mesure de pression continue, nous avons opté pour le transmetteur avec capteur céramique "Cerabar S PMC71" d'« Endress and Hauser ».

Critères du choix du capteur:

- L'étendue de mesure,
- Il supporte les hautes températures,
- Destiné à la mesure de pression dans les milieux liquides ou gazeux.
- La nature du signal de sortie,

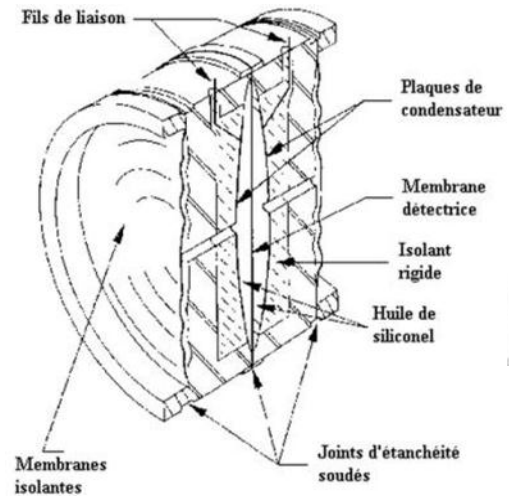


Figure III.6 : Capteur et transmetteur de pression Cerabar S PMC71de Endress and Hauser

b) Indicateurs de pression :

➤ **Manomètre de pression (à tube de Bourdon)**

S'agissant des indicateurs de pression sur site, nous avons choisi les manomètres « MEM3 » de « Baumer » (BOURDON original) [8].

Pour plus de détails sur le principe de fonctionnement du manomètre de pression (à tube de Bourdon),

Critères du choix du capteur:

- Robuste, face à des conditions hostiles,
- Supporte les conditions du process,
- Etendue de la plage de mesure,
- Disponible au niveau du magasin de la Division Maintenance



Figure III.7: Manomètre de pression MEM3 de Baumer

➤ **Manomètre de pression différentielle (à soufflet):**

Pour les indicateurs de pression différentielle, le manomètre « MH ISO9001 » de Baumer (original de BOURDON) a été proposé.

Pour les détails sur le principe de fonctionnement du manomètre de pression différentielle,

Critères du choix de l'indicateur:

- Robuste,
- Adapté aux conditions de notre process,
- Disponibilité au niveau du magasin

de la Division Maintenance,

- Etendue de mesure ^[8].



Figure III.8 : Manomètre de pression différentielle MH ISO9001 de Baumer

c) Pressostat :

Il est parfois nécessaire de détecter des seuils de pression au niveau de certains points de l'installation ; nous avons alors choisi le pressostat «RDE8 » de « Baumer » (BOURDON original).

Critères du choix du capteur:

- Etendue de mesure,
- Adapté aux conditions de notre process,
- Disponibilité au niveau du magasin de la Division Maintenance^[9].



Figure III.9 : Pressostat RDE8 de Baumer

- Instrumentation de mesure de débit

➤ **Détecteur de débit :**

Ce paramètre est mesuré au niveau de l'étage du compresseur de régénération. Dans ce cas, une mesure discrète suffira, ce qui peut se faire à l'aide d'un détecteur de débit. Notre choix s'est ainsi porté sur le détecteur de débit « F10 » de « Magnetrol ».

Critères du choix du capteur :

- adapté aux conditions de notre process,
- Choix imposé par la Direction Technique de TFT,
- ne nécessite pas d'étalonnage,
- adapté à la taille de la tuyauterie,
- Fiabilité.



Figure III.10 Détecteur de débit F10 Magnetrol



- Instrumentation de mesure de taux d'humidité

S'agissant d'un gaz humide à l'entrée, et qui doit subir une opération de déshydratation (objet de la station), et pour s'assurer que cette opération a correctement fonctionné, un capteur de taux d'humidité est alors nécessaire au niveau du collecteur (conduite) de sortie qui nous informe sur la qualité du gaz séché préalablement. Pour cela, nous avons sélectionné l'hygromètre « MMY170/DY75 » de General EASTERN

Critères du choix du capteur:

- Adaptation aux conditions de notre process,
- Robustesse,
- Imposition par la Direction Technique,
- Nature du signal de sortie,
- Contacts internes programmables.



Figure III.11: Hygromètre MMY170/DY75 de GENERAL EASTERN

- Les fins de courses

Chaque vanne dans l'Unité a deux fins de courses. Ces détecteurs de fins de courses appelés aussi interrupteurs de fin de course ont pour rôle de déterminer et donc de nous informer sur l'état des vannes (ouverture/fermeture).

Caractéristiques :

- Supporte les températures du procédé,
- Robuste ^[12].



Figure III.12: Fin de course de « Allen Bradley»

III.2.2 Dimensionnement des actionneurs

- Les vannes

Les vannes sont des actionneurs utilisés pour arrêter ou modifier le débit d'un fluide, liquide gazeux, etc. Quel que soit le type de la vanne, elle est constituée de deux éléments

principaux :

- Le servomoteur, élément qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne,
- Le corps de vanne, élément qui assure le réglage du débit en fonction de la position de la tige du servomoteur ^[15].

Comme les vannes automatiques, utilisées dans l'industrie pétrolière, sont le plus souvent à commande pneumatique, alors il est nécessaire d'introduire un convertisseur qui va nous transformer le signal d'entrée de commande qui est électrique en un signal de sortie pneumatique. Ce convertisseur est nommé électrovanne.

a) **Les vannes TOR (Tout Ou Rien)**

Ce sont des vannes qui ont deux états possibles: entièrement ouverte ou entièrement fermée. Dans notre cas, nous les retrouvons souvent au niveau de l'étage des deux tours (A et B). Elles ont pour rôle d'interrompre ou de permettre le passage d'un fluide (gaz ou liquide), permettant ainsi le bon aiguillage des gaz en fonction des différents cycles.

b) **Les vannes de régulation**

Ce sont des vannes automatiques commandées par un actionneur dont les variations continues de la position modifient la taille de l'orifice de passage du fluide. Dans notre cas, elles seront utilisées pour une régulation de niveau.

➤ En ce qui concerne les vannes TOR, nous avons sélectionné la vanne pneumatique 736 XS (TOR) de SECTORIEL destinée au sectionnement automatique des réseaux de fluides industriels.

Caractéristiques :

- Pression du fluide : 63 bar (20°C)
- Température du fluide : -40°C à +180°C
- Température ambiante : -20°C à +80°C
- Air comprimé moteur : mini 6 bar / maxi 10 bar.^[13]



Figure III.13: Vanne TOR de SOCTORIEL

➤ La vanne de régulation FLY DN de SOCTORIEL est destinée au contrôle des fluides industriels tels que les liquides, les gaz et la vapeur. Le corps de la vanne est en fonte ou en acier ^[14].

Caractéristiques :

- Pression du fluide : 16 bar à 120°C
- Température ambiante max : 60°C
- Pression max du servomoteur : 3 bar ^[14].



Figure III.14: Vanne régulatrice de SOCTORIEL

NB : Les caractéristiques certains équipements cités sont reprises en annexe B. Au terme de cette revue des différents instruments de l'UDA, nous pouvons à présent procéder à un bilan d'entrées/sorties grâce auquel nous pouvons effectuer le choix de l'automate. Pour clore le présent chapitre, nous présentons ce bilan sous la forme d'un tableau récapitulatif.



III.2.3 Bilan des entrées/sorties

	Nom de l'élément	NB	Signal E/S	Type
Entrée	Capteur de niveau radar	3	4 - 20mA	Analogique
	Capteur de température	4	4 - 20mA	Analogique
	Capteur de pression	1	4 - 20mA	Analogique
	Détecteur de pression différentielle	5	24V	TOR
	Capteur de débit	1	4 - 20mA	Analogique
	Détecteur de débit	2	24V	Analogique
	Capteur d'humidité	1	4 - 20mA	Analogique
	Détecteur de température	5	24V	TOR
	Pressostat	2	24V	TOR
	Détecteur de fin de course	26	24V	TOR
	Boutons poussoir	8	24V	TOR
	Bouton Arrêt d'urgence	1	24V	TOR
Sortie	Electrovannes	12	24V	TOR
	Contacteurs	33		
Nbre d'entrées TOR : 49 Nbre d'entrées analogiques : 10 Nbre de sorties TOR : 26				

En conclusion du présent partie, nous avons pu proposer une nouvelle instrumentation basée sur la rénovation des systèmes de mesure (capteurs, transmetteurs, etc.) des différents paramètres ainsi que les actionneurs, plus adaptée à notre nouveau système. Le choix a été certes difficile, mais finalement judicieux car ayant tenu compte de l'environnement spécifique à l'industrie pétrolière, ce qui est le cas de l'Unité de Déshydratation par Adsorption de TFT. Nous avons conclu ce travail par l'élaboration d'un bilan d'entrées/sorties qui nous servira par la suite lors de l'opération du choix de l'automate.

⇒ Programme de commande

Dans le domaine pétrolier, automatiser une unité telle que l'UDA est une tâche assez complexe, tant cette unité comprend un grand nombre d'équipements mécaniques, électriques, etc. interconnectés, ce à quoi s'ajoute un nombre important de paramètres à gérer. Toute cette architecture représente un ensemble que l'on doit parfaitement maîtriser à tous les stades du développement et de l'exploitation. Pour ces raisons, des structures hiérarchisées, grâce aux techniques de commandes tendent à se généraliser.

Il y a lieu de noter que dans les dispositifs à commandes distribués de structure très complexe, l'automate programmable reste l'élément central.

III.3 Structure d'un système automatisé de production

Un système automatisé de production a pour but d'apporter une valeur ajoutée à la matière d'œuvre. Il se décompose en trois parties:

- Une partie commande (l'automate) qui coordonne les différentes actions de la partie opérative et qui communique avec les opérateurs,
- Une partie opérative (dispositif du procédé à commander) dont les actionneurs agissent sur le processus automatisé (UDA, dans notre cas),
- Un environnement de communication via des interfaces de communication.

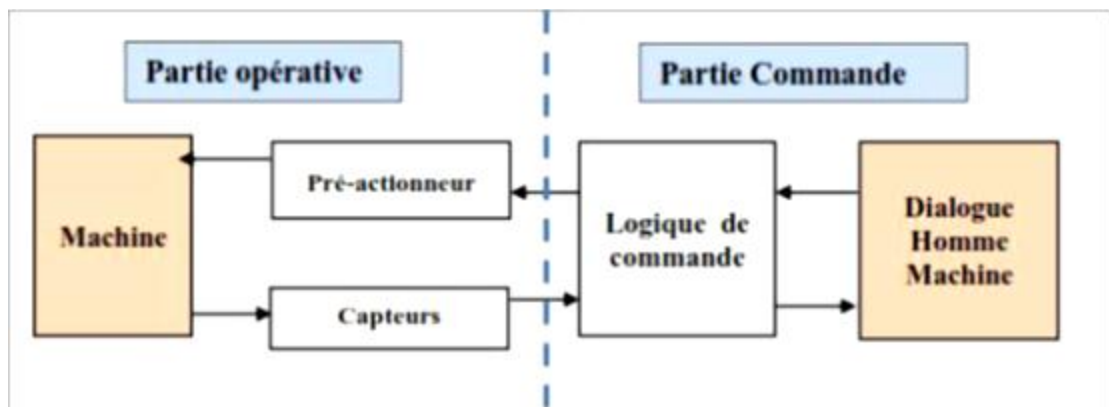


Figure III.15: Schéma représentatif d'un système automatisé de production

La présente partie sera consacrée à la présentation de la solution que j'ai élaborée et proposée pour le nouveau système de gestion de l'UDA à l'aide d'un automate programmable. Le travail sera répartie en deux : une partie hardware et une partie software [19].

III.4 Hardware de la solution proposée

III.4.1 Choix de l'automate :

L'automate programmable que j'ai proposé pour automatiser notre processus, fait partie de la famille **S7-300 de SIEMENS**.

Le choix de l'automate est basé sur les raisons suivantes :

- Formation du personnel de maintenance sur ce matériel,
- Possibilité d'effectuer une simulation des programmes,
- Conformité à la taille du procédé à automatiser (nombre d'E/S, cf. chapitre 2).

III.4.2 Architecture de la solution d'automatisation proposée :

L'architecture de notre nouveau système de commande est conçue de telle sorte que le contrôle-commande soit configuré de manière optimale en tenant compte des dimensions de l'installation. Son extension sera toujours possible par la suite.

L'architecture proposée est illustrée dans la figure ci-après:

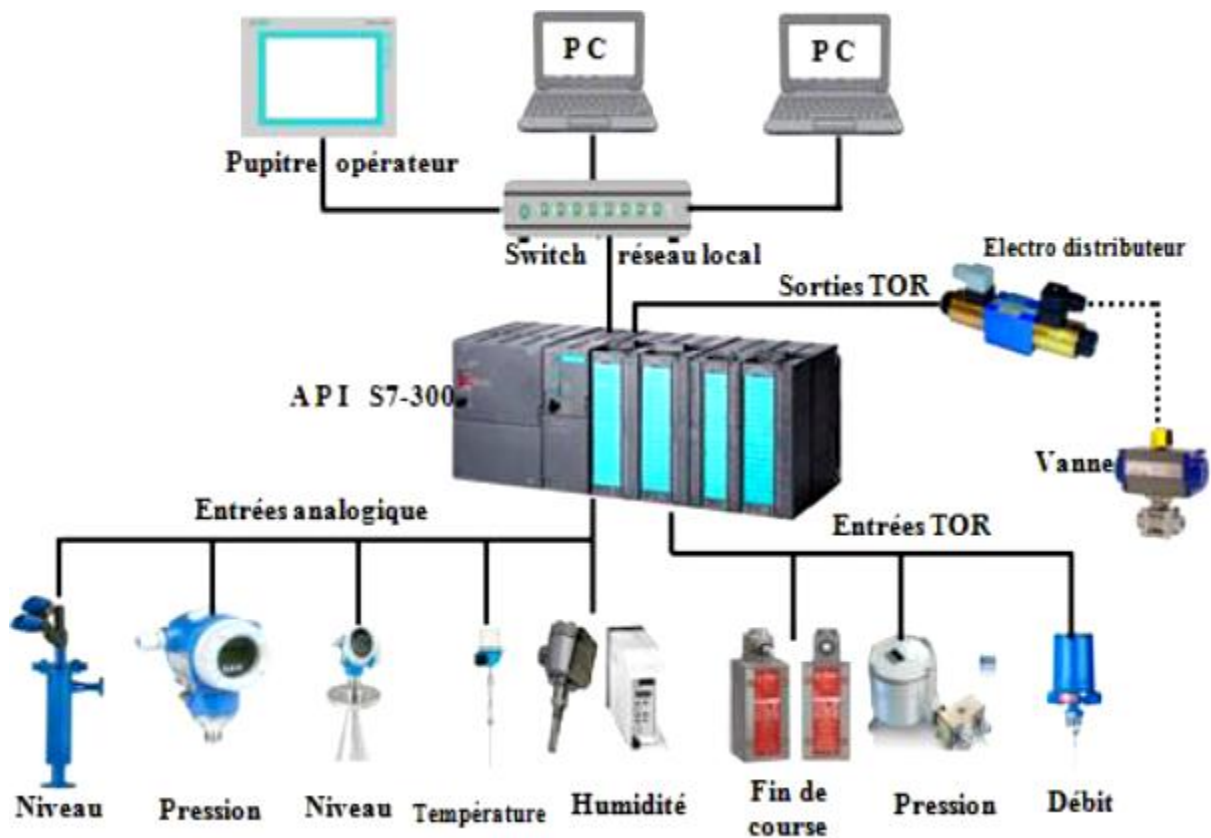


Figure III.16: Schéma synoptique de l'architecture de la solution d'automatisation proposée

III.4.3 Configuration matérielle :

L'ensemble des modules sélectionnés pour notre système sont repris dans le tableau suivant:

Equipements	Syntaxe du module	Nombre
Alimentation	PS 307 5A_1	1
CPU	CPU 315	1
Module d'entrées TOR	DII6 x DC24V_1	16
Module de sortie TOR	DO16xDC24V/ 0,5A_1	64
Module de sortie analogique	AO2 x 12bits_1	2

Tableau III.1: Configuration matérielle

III.5 Software de la solution proposée

III.5.1 Choix du langage de programmation :

Il existe plusieurs langages qui peuvent être utilisés pour programmer les APIs. Mon choix s'est porté sur le langage à contacts (**Ladder Diagram**), en raison de sa simplicité et de la facilité qu'il apporte au niveau de la visualisation de l'état des composants physiques en temps réel, facilitant ainsi toute mise au point ou extension [Tech D'ing].

III.5.2 Elaboration du programme de pilotage de l'UDA

Afin de mieux faciliter la compréhension de la partie programmation pour l'automatisation de l'UDA, objet de mon travail, j'ai utilisé des organigrammes mettant en évidence des algorithmes qui expliquent le comportement du système en fonction des différents paramètres (cycle de fonctionnement, état des entrées du système, etc.), des tableaux susceptibles de mettre en évidence le comportement du système face à différents cas de figure; à quoi peuvent parfois s'ajouter des parties du programme.

- Pilotage des tours à tamis moléculaire

Je rappelle que les deux tours de déshydratation A et B de la station, travaillent en alternance, c'est-à-dire que quand la tour A est en production ou séchage (cycle de 8h), la tour B est en cycle de régénération (réactivation du desséchant); il a donc fallu programmer :

- a) L'automatisation du jeu de vannes,
- b) Un système de détection de trouble vannes.

a) Automatisation du jeu de vannes :

La programmation de l'ouverture et la fermeture de certaines vannes permettra au gaz d'être orienté vers les tours concernées en fonction de la finalité recherchée : soit orienter le gaz humide vers la tour en production, ou orienter le gaz régénérant vers la tour en régénération.

Pour cela, un programme assurant ce jeu de vannes a été conçu par nos soins selon la logique déclinée dans l'organigramme ci-après:

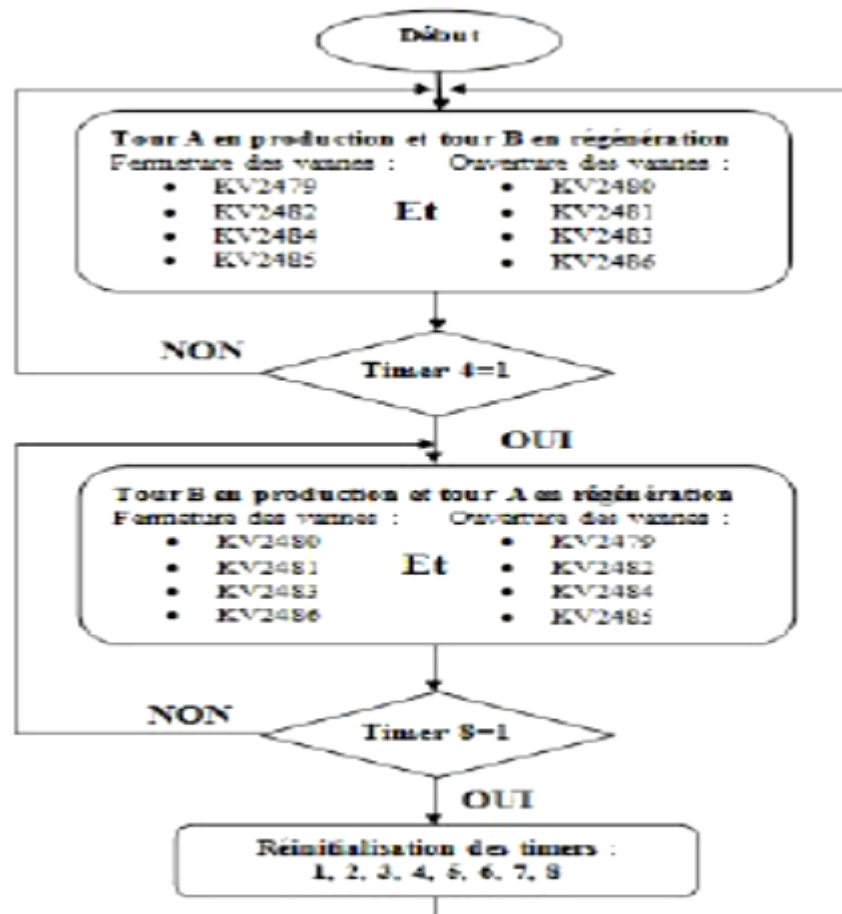


Figure III.17: Algorithme du jeu de vannes

b) Système de détection "Trouble vannes":

Comme annoncé au chapitre I, parmi les objectifs visés, j'ai cité l'amélioration de quelques points, et dans ce cas précis, il y a la conception d'un système de détection de troubles vannes. En effet, pour parer à tout problème de sécurité, mon système a été conçu pour la surveillance des vannes au cas où celles-ci seraient défectueuses : vannes bloquées par exemple, le système réagira en conséquence.

La partie du programme assurant cette tâche est représentée dans la figure ci-après:

Principe :

Chaque paire de contacts mise en série représente des contacts de fin de course de vannes fonctionnant en logique inverse ou en intermittence, c'est-à-dire que quand l'une est ouverte, l'autre doit être fermée.

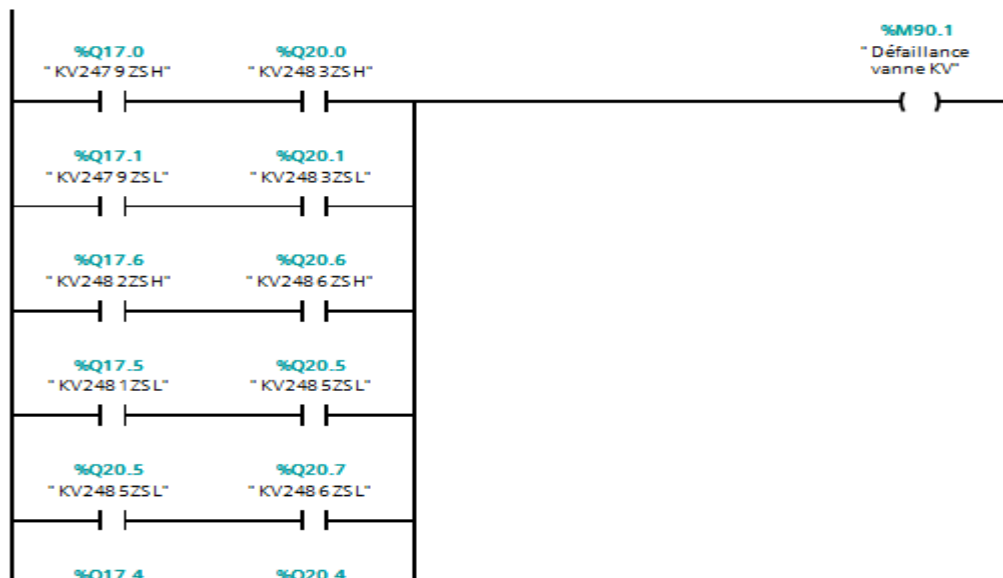


Figure III.18 Programme de détection « Trouble vannes »

L'état de fonctionnement du système présente deux possibilités :

1) **Fonctionnement normal:** Implique que les contacts mis en série soient à des états différents, mettant ainsi le memento **M90.1** du signal « trouble vanne » à un état logique "0" signifiant que le relais n'est pas alimenté ; d'où absence du signal « trouble vanne ».

2) **Fonctionnement anormal:** C'est le cas d'ouverture ou de fermeture simultanée des vannes, celles-ci étant supposées intermittentes, c'est-à-dire à des états différents en fonctionnement normal.

- Pilotage des aéro-réfrigérants

Les aéro-réfrigérants doivent être en service pendant **6h**, et hors service pendant **2h** correspondant aux **8h** du cycle de régénération. Le tableau suivant récapitule ces deux phases:

Etat des aéro-réfrigérants	Tour en phase de régénération		
	Chauffage (4h)	Refroidissement (2h)	Attente (2h)
	En service	En service	Hors service

Tableau III.2: récapitulatif du fonctionnement des aéro-réfrigérants

Le pilotage des aéro-réfrigérants par l'automate consiste en :

- a) La programmation des temps de marche/arrêt des aéro-réfrigérants
- b) Le contrôle et régulation de la température du gaz à l'entrée du séparateur

a) Programmation des temps de marche/arrêt des aéro-réfrigérants:

L'algorithme de gestion des temps de marche et arrêt des aéro-réfrigérants est représenté par un organigramme dans la figure ci-après:

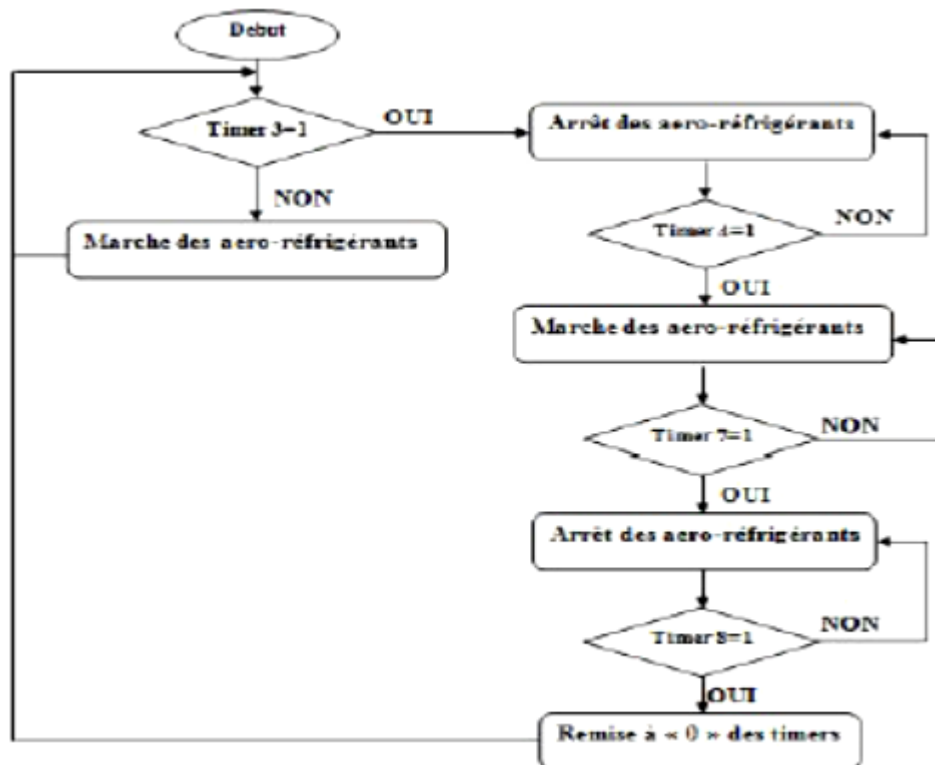


Figure III.19: Algorithme de gestion des temps de marche et arrêt des aéro-réfrigérants

b) Contrôle et régulation de la température du gaz à l'entrée du séparateur :

La température du gaz à l'entrée du séparateur issue du capteur, étant une grandeur analogique, arrive donc sur une des entrées analogiques, rendant de ce fait nécessaire une opération de mise à l'échelle.

La régulation de cette température est cruciale et se fait à l'aide des deux aéro-réfrigérants.

La mise en service des aéro-réfrigérants est fonction de la température du gaz enregistrée à l'entrée du séparateur. Nous avons pour cela utilisé l'instruction SCALE.

La gestion de mise en marche et arrêt des aéro-réfrigérants se fait selon différents cas de figures représentés comme suit :

Etat de la température T°(MD10)	Aéro-réfrigérant en marche
$T \leq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Arrêt
$30 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq T < 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Aéro 1
$40 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq T < 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Aéro 1,2
$T \geq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Déclenchement

Tableau III.3: Récapitulatif de la (marche/arrêt) des aéro-réfrigérants en fonction de la température

NB: En période hivernale, le refroidissement du gaz de régénération est assuré par un seul aéro-réfrigérant. Pour se faire, deux boutons poussoirs (marche et arrêt pour chaque aéro-réfrigérant), permettent la marche et l'arrêt des moteurs électriques de ces derniers. Il est à préciser que les boutons « marche » sont la première condition pour la mise en service des aéro-réfrigérants; quant aux boutons poussoirs « arrêt », ils assurent une fonction d'arrêt prioritaire.

Additivement à cela, les boutons « marche » et « arrêt » peuvent être utilisés lors d'opérations de maintenance (arrêt manuel des aéro-réfrigérants).

- Pilotage au niveau du séparateur

Comme mentionné au chapitre II, cet équipement assure la fonction de séparation du gaz du liquide. En dépassant un certain niveau, ce liquide doit être purgé à travers une vanne de purge.

Une gestion d'ouverture et de fermeture automatisée de la vanne de purge permettant une maîtrise du contrôle de niveau a été rendue nécessaire et a fait l'objet d'un autre élément de notre programme d'automatisation de la station.

La sécurité est assurée à travers un système de visualisation en temps réel permettant à l'opérateur de réagir dans les délais.

Contrôle du niveau du séparateur :

A ce niveau, le but du contrôle de niveau du liquide est de ne pas le laisser atteindre la sortie du séparateur reliée au compresseur d'où la nécessité d'automatisation de l'ouverture et de la fermeture de la vanne de purge en fonction du niveau du liquide.

A cet effet, j'ai mis en place trois (3) seuils de niveaux sur lesquels reposera notre programmation pour cette partie du système de sécurité:

1. Seuil d'ouverture de la vanne de purge,
2. Seuil d'alarme: niveau liquide haut (LSH),
3. Seuil de déclenchement de la station: niveau liquide très haut (LSHH).

Le niveau étant une grandeur analogique d'où la nécessité d'une mise à l'échelle à l'aide de l'instruction SCALE, tout comme dans le cas de la température.

• Commande de la vanne de purge :

La gestion d'ouverture et de fermeture de la vanne de purge étant fonction du niveau du liquide du ballon séparateur. Dans notre cas, le niveau du liquide est représenté par la sortie **DB1.DBD4** (issu d'un bloc de données) de la fonction SCALE.

L'état de la vanne de purge selon la variation de niveau du liquide du ballon séparateur est résumé dans le tableau suivant :

Niveau du liquide	Variation du niveau	Etat de la vanne de purge
Niveau $\leq 30\%$	Augmentation ou abaissement	Fermée
$30\% < \text{Niveau} \leq 40\%$	augmentation	Fermée
Niveau $> 40\%$	Augmentation ou abaissement	Ouverte
$30\% < \text{Niveau} \leq 40\%$	Abaissement	Ouverte

Tableau III.4 : Récapitulatif de l'ouverture et fermeture de la vanne de purge en fonction de l'évolution du niveau.

Le principe de cette gestion est comme suit :

Le niveau étant au-dessous de 30% la vanne est fermée. Un fois le niveau dépasse 40% la vanne s'ouvre. Le niveau commence à diminuer mais la vanne ne se ferme qu'à un niveau au-dessous de 30%.

- **Seuil d'alarme du niveau liquide du séparateur (LSH) :**

Dans le cas où, pour une raison quelconque, le niveau du liquide dans le séparateur continue de monter, il constitue une menace pour le compresseur de régénération. Si le seuil de 70% (ainsi fixé dans notre cas) est atteint, une alarme est alors enclenchée pour qu'un opérateur puisse intervenir sur site.

- **Seuil de déclenchement du niveau du séparateur (LSHH) :**

Appelé aussi seuil critique, c'est le niveau qui, une fois atteint, créera un défaut au niveau des conditions de démarrage du compresseur de régénération, provoquant l'arrêt de ce dernier, et par la même occasion un arrêt total de la station. On parle alors de « **déclenchement** » ou « **TRIP** ».

Le contrôle du niveau liquide du ballon séparateur peut être résumé par l'organigramme qui suit :

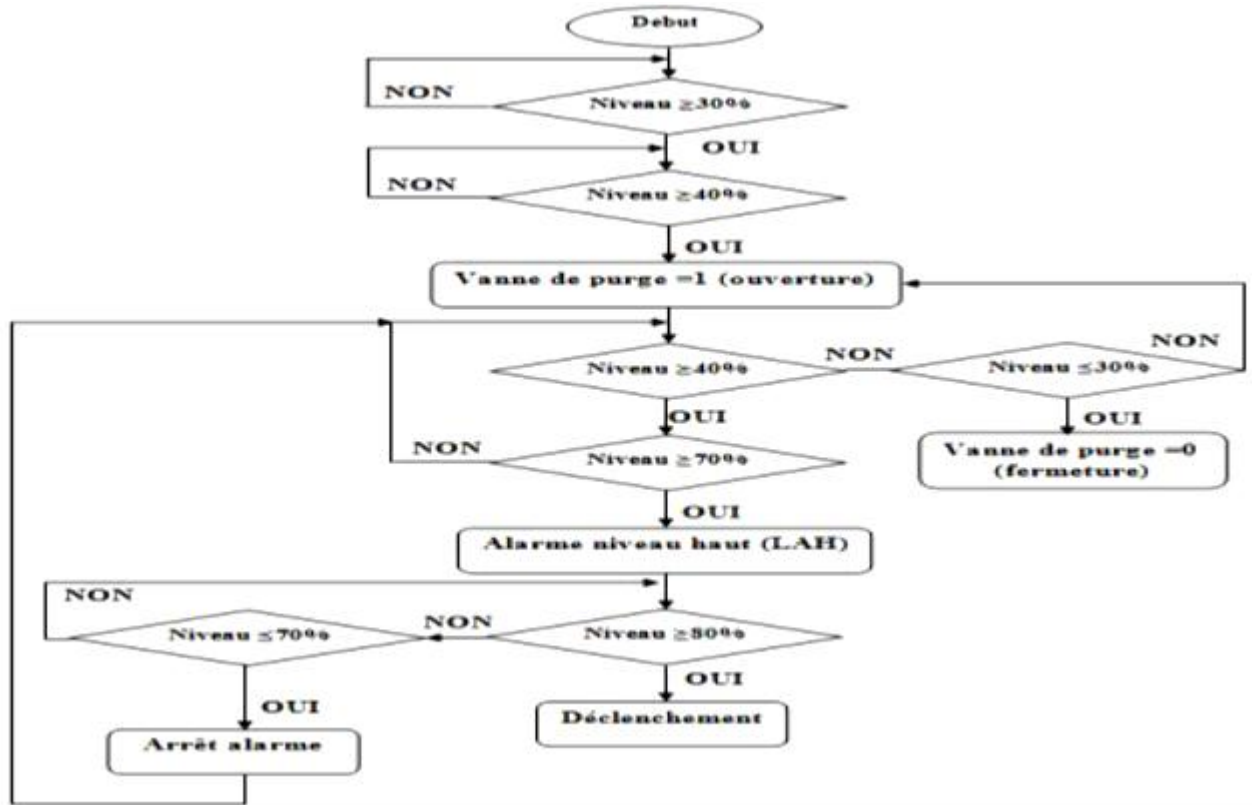


Figure III.20: Organigramme du système de contrôle du niveau liquide du ballon séparateur

- Pilotage au niveau du compresseur de régénération

Etant l'organe noble de la station UDA l'arrêt du compresseur de régénération implique un arrêt total de la station; c'est la raison pour laquelle une attention particulière en termes de protection lui est consacrée. A ce titre, des conditions drastiques et précises préalables à sa mise en marche ont été mises en place et doivent être judicieusement vérifiées avant tout lancement.

La programmation consacrée à ce bloc se fera sur les 3 parties suivantes :

- Conditions du permissif de démarrage du compresseur de régénération,
- Acquittement des défauts,
- Gestion du cycle de fonctionnement du compresseur de régénération.

a) Les conditions du permissif de démarrage du compresseur de régénération

Ces conditions doivent être toutes préalablement et impérativement réunies, en ce sens que, si une seule de ces conditions venait à être entachée d'un quelconque défaut, le permissif de démarrage du compresseur de régénération tombe. Ce permissif est en fait conditionné par une logique AND. Le permissif est ainsi délivré quand l'état logique correct correspondant

aux différentes conditions illustrées dans le tableau ci-après, sont simultanément réunies. (cf. dernière colonne)

Condition	Signification	Logique (Correct)	Logique (Défaut)
ZSL	Vanne 2499 fermée	0	1
FSL-gaz	Débit d'écoulement bas	0	1
FSH-fuite	Fuite garniture	0	1
PDSH	Pression différentielle haute (compresseur)	0	1
PSLL-huile	Pression d'huile de lubrification très basse	0	1
TSH-huile	Température d'huile de lubrification haute	0	1
TSH-gaz	Température du gaz haute	0	1
LSHH	Niveau du séparateur très haut	0	1
Trouble vannes	Défaut au jeu de vanne	0	1
ESD	Arrêt d'urgence	0	1

Tableau III.5: Récapitulatif des conditions du permissif au démarrage du compresseur.

En résumé, si les conditions énoncées précédemment sont réunies, un « prêt au démarrage » du compresseur de régénération est délivré et affiché au niveau du « pupitre opérateur ». Le compresseur peut alors démarrer. Dans le cas contraire (apparition d'un défaut), un « arrêt compresseur » est affiché, l'empêchant de démarrer ou l'arrêtant quand celui-ci est déjà en marche.

L'algorithme sur lequel est fondée la partie du programme dédiée à cette fonction traduisant toute cette démarche, est représenté dans la figure suivante :

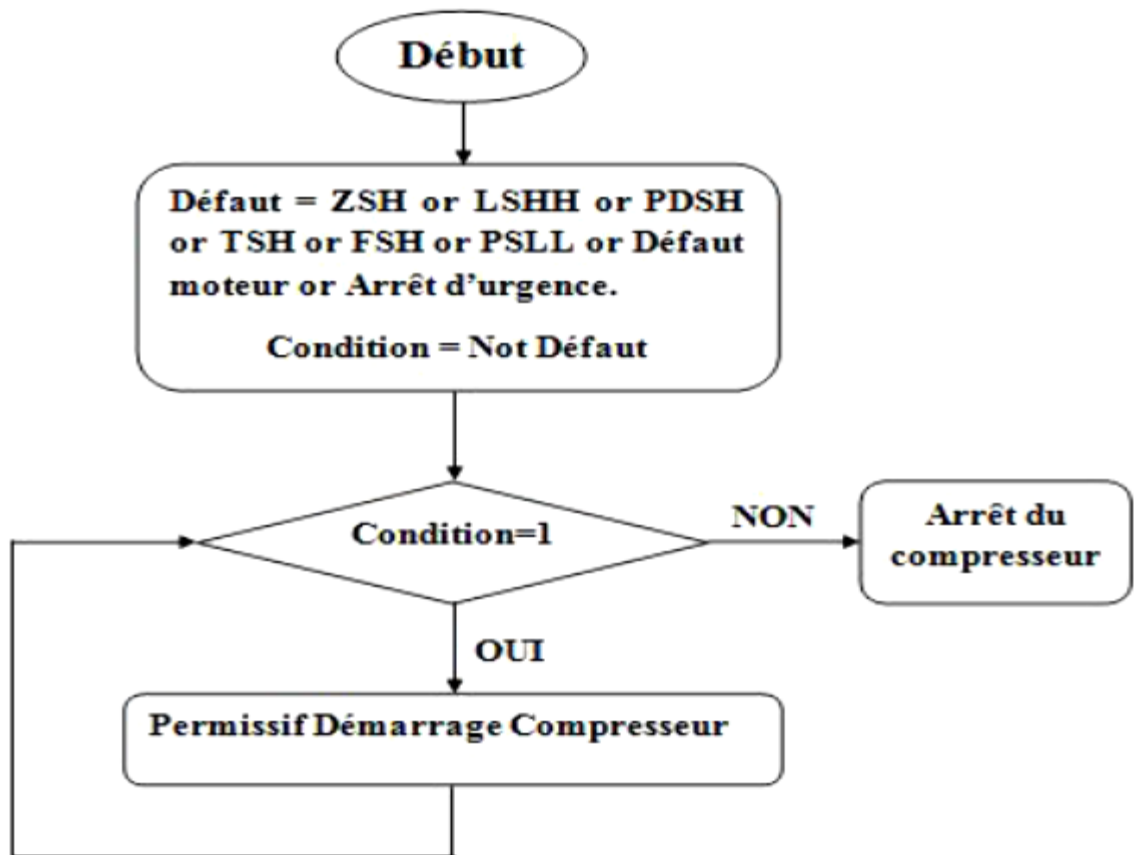


Figure III.21: Algorithme du permissif au démarrage du compresseur

b) Acquiescement des défauts:

Pour des considérations de sécurité, mon système a été conçu de telle façon que même après la réparation d'un défaut ayant entraîné un arrêt de la station UDA (arrêt compresseur), sa remise en marche ne peut se faire qu'après un acquiescement manuel du défaut par l'opérateur lui-même. L'organigramme suivant illustre clairement cette démarche.

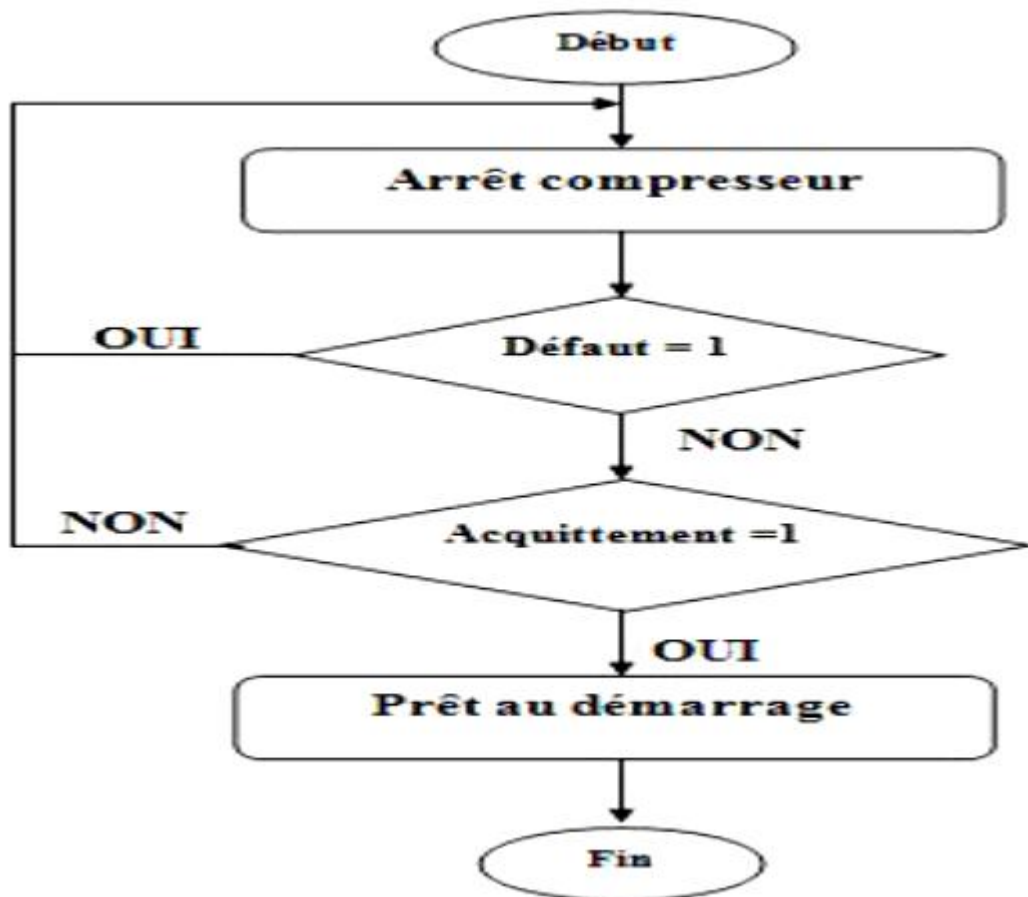


Figure III.22: Organigramme du système d'acquittement des défauts

c) Gestion du cycle de fonctionnement du compresseur de régénération

Une fois le permissif de démarrage du compresseur de régénération délivré, le compresseur peut alors démarrer si la séquence de mise en marche de ce dernier est lancée.

Conformément au cahier des charges énoncé au chapitre I, nous avons programmé la gestion des temps alloués aux différentes séquences du cycle.

- Pilotage de la pompe électrique

La programmation consacrée à ce bloc se fera sur les 2 parties suivantes :

- a) Séquence de démarrage de la pompe électrique,
- b) Séquence de démarrage de la pompe électrique en cas de défaut PSL.

a) Séquence de démarrage de la pompe électrique :

La pompe électrique a trois fonctions:

- 1) La 1^{ère} consistant à précéder le démarrage de la pompe mécanique pour l'amener à son régime permanent lors de la mise en marche du compresseur, et ce, pendant **15 minutes** ; après quoi, elle s'arrête laissant la pompe mécanique assurer la lubrification du compresseur,
- 2) La 2^{ème} étant d'aider la pompe mécanique en cas de chute de pression (défaut PSL) quand le compresseur est en service,
- 3) La 3^{ème} apparaît à l'arrêt du compresseur, en se remettant en marche, pour continuer à faire tourner l'arbre, le temps que ce dernier refroidisse.

b) Séquence de démarrage de la pompe électrique en cas de défaut PSL :

Comme mentionné, le 2^{ème} rôle de la pompe électrique est d'aider la pompe mécanique en cas de chute de pression d'huile (PSL) au niveau du compresseur de régénération quand ce dernier est en marche. Si cette pression chute, atteignant une pression de **1,4 bar** (défaut PSL), la pompe électrique se remet alors en marche.

Remarque 1: Dans ce cas de figure, (démarrage de la pompe électrique en cas de défaut PSL) celle-ci ne s'arrêtera pas automatiquement une fois la pression remontée (disparition du défaut PSL). L'opérateur devra alors quand même l'arrêter manuellement.

Remarque 2: Au démarrage du compresseur de régénération, la pression d'huile étant faible peut alors de ce fait engendrer un défaut PSL. Pour contourner le problème, nous avons laissé un temps à la pression d'atteindre son niveau normal et ce, à l'aide d'un temporisateur(**T13**).

La réaction du système dépend de l'évolution du niveau de pression en fonction du temps telle qu'illustrée dans le tableau suivant :

Temps	Pression < PSL	Défaut PSL
$t \in [0-10] \text{ s}$	Oui	Non
$t \in [0-10] \text{ s}$	Non	Non
$t >10 \text{ s}$	Oui	Oui
$t >10 \text{ s}$	Non	Non

Tableau III.6 : La prise en considération du défaut PSL en fonction du temps

En précisant que $t = 0$ seconde correspond au lancement de la séquence de démarrage du compresseur de régénération.

c) Ventilateur de refroidissement de l'huile de lubrification :

Il a pour rôle de refroidir la température de l'huile de lubrification de l'arbre du compresseur de régénération. Le ventilateur doit alors fonctionner :

- Pendant la séquence précédant le démarrage du compresseur,
- Quand le compresseur est en service,
- Et enfin à l'arrêt du compresseur. Dans ce cas, il continue de tourner avec la pompe électrique (pendant 15 min).

III.5.3 Organisation du programme

Après description du contenu des programmes, cette partie sera consacrée aux modalités d'organisation et d'articulation de ce programme.

- Création de la table de mnémonique:

Une table de mnémonique a été créée par mon soin. Cette table permet la définition des désignations symboliques et des commentaires pour les adresses des modules E/S. Son éditeur permet la gestion de toutes les variables globales utilisées dans le processus, rendant ainsi la compréhension du programme plus aisée.

Dans notre travail de conception, la table de mnémonique se présente comme suit :

	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Comm
52	OUVERTURE ELECTROVANNE	Table de variables s..	Bool	%Q21.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	VENTILATEUR MARCHE	Table de variables s..	Bool	%Q21.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	pompe huile(1)	Table de variables s..	Bool	%Q21.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
55	T° GAZ/REG	Table de variables s..	Int	%IW370		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	Tag_38	Table de variables s..	Real	%MD20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
57	AERO REF 2 MARCHE	Table de variables s..	Bool	%Q24.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
58	AERO REF 1 MARCHE(1)	Table de variables s..	Bool	%Q24.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
59	Tag_40	Table de variables s..	Time	%MD30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
60	Tag_41	Table de variables s..	Bool	%Q11.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
61	Tag_63	Table de variables s..	Bool	%Q125.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
62	Tag_64	Table de variables s..	Word	%MW1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
63	Tag_4	Table de variables s..	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
64	ALARME NIVEAU BAS SEPARATEUR ...	Table de variables s..	Word	%MW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
65	ALAREM NIVEAU HAUT SEPARATEU...	Table de variables s..	Word	%MW12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
66	PB /MARCHE AERO1	Table de variables s..	Word	%MW14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
67	PB/MARCHE AERO2	Table de variables s..	Word	%MW16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
68	ALARME TEMPERATURE HAUTE GA...	Table de variables s..	Word	%MW18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
69	ALAREM NIVEAU HAUT SEPARATEU...	Table de variables s..	Bool	%M5.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
70	ALARME NIVEAU BAS SEPARATEUR ...	Table de variables s..	Bool	%M5.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
71	PB/MARCHE AERO2(1)	Table de variables s..	Bool	%M5.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
72	PB/MARCHE AERO1	Table de variables s..	Bool	%M5.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
73	ALARME NIVEAU BAS SEPARATEUR ...	Table de variables s..	Bool	%M24.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
74	TEMPERATURE HAUTE GAZ REGENE...	Table de variables s..	Bool	%M4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure III.23: Table de mnémoniques (table de variables API)

- Structuration du programme :

Mon programme est conçu par :

- **OB1** : Bloc d'organisation contenant le programme principal. Au fur et à mesure du déroulement du programme, il appelle toutes les fonctions créées dans notre programme. Ce bloc est appelé de manière cyclique par le système d'exploitation.
- **OB35** : Cycle d'interruption contenant les parties du programme dédiées à la régulation, aux fonctions de mise à l'échelle et à la veille des conditions du permissif démarrage du compresseur de régénération,
- la partie du programme dédiée à la commande du jeu de vannes au niveau des 2 tours (A et B).
- la partie du programme dédiée au système de détection « trouble vannes »,
- Des timer pour le déroulement des 2 cycles (production et régénération),
- la partie du programme qui assure la gestion du fonctionnement des aéro-réfrigérants,
- le système actif de contrôle et de surveillance du niveau liquide à l'intérieur du ballon séparateur,
- le système de gestion du fonctionnement du compresseur de régénération,
- la fonction de commande de la pompe électrique et du ventilateur (circuit d'huile),
- la partie du programme dédiée aux différentes signalisations pour garantir l'échange de données entre l'automate et l'appareil de supervision (IHM).

Cette partie constitue le cœur de mon travail sur lequel repose mon nouveau système de pilotage. Elle permettra par la suite la conception de l'IHM adéquate à notre unité de traitement du gaz.

⇒ Supervision (Conception de l'interface Homme/Machine)

Après la programmation du système de commande de la station UDA, j'intéresse à présent à la conception d'une interface homme-machine (IHM).

On en profitera pour effectuer des simulations sur des situations susceptibles d'être rencontrées dans le fonctionnement au quotidien de l'installation, permettant de tester la fiabilité du programme élaboré.

III.6 Architecture de l'Interface Homme-Machine

L'opérateur a besoin d'un maximum de transparence sur l'état des installations. D'où la nécessité de visualiser clairement et en temps réel, leur état et leur mode de fonctionnement. C'est toute la raison d'être de l'introduction d'interface entre l'opérateur et le système d'automatisation. Avec une Interface Homme Machine (IHM), l'opérateur est alors placé dans une situation de meilleur confort en disposant d'une facilité, d'une maniabilité et surtout de fonctionnalités avancées pour contrôler un système d'une telle complexité. Cette interface est communément appelée « **pupitre de supervision** »

La figure qui suit schématise et met en évidence le rôle essentiel d'une telle interface de dialogue homme machine 'IHM'.

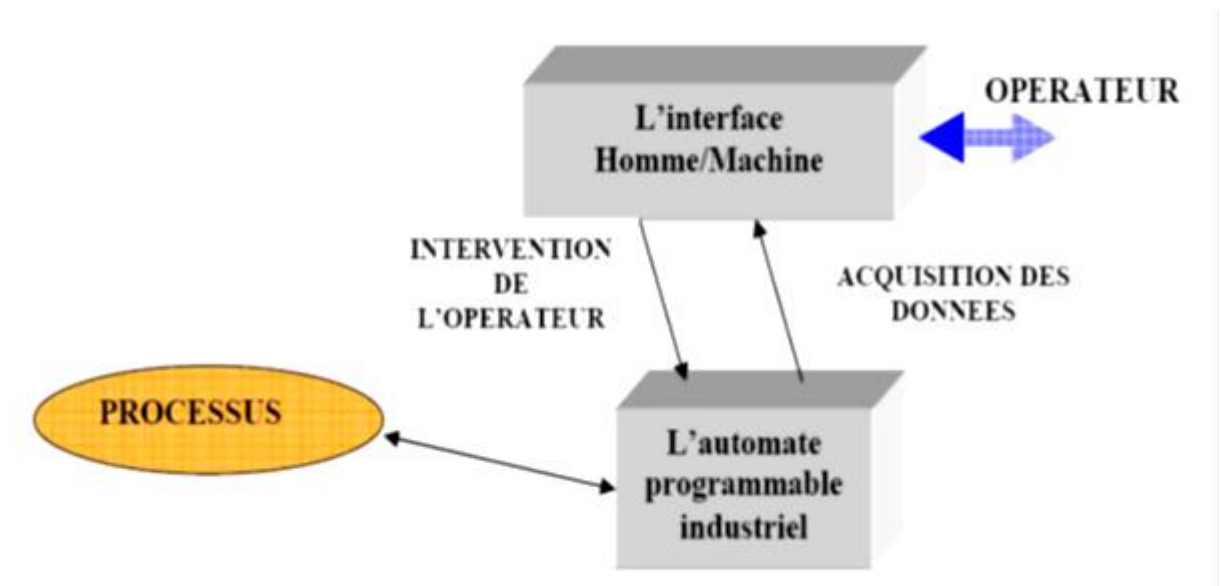


Figure III. 24 : Synoptique de l'utilité de l'IHM

Le système déjà en place est en fait assez limité dans la gamme des fonctions qu'il recèle (Commande, visualisation, etc.). Le nouveau dispositif que nous avons alors élaboré, permet aujourd'hui d'assurer un rôle de superviseur de l'intégralité de la station UDA.

III.7 La supervision de la station UDA

Elle permet le pilotage, ainsi qu'un suivi par voie informatique de procédés industriels dont la gestion de commande est automatisée. Cette supervision recèle plusieurs avantages en permettant notamment :

- l'acquisition de données,
- le suivi en temps réel de l'état de la station à superviser,
- le suivi des différents cycles de fonctionnement des équipements,
- la visualisation en temps réel et la surveillance des paramètres du système,
- la commande à distance du système et la localisation des pannes.
- le diagnostic et la gestion des alarmes,

L'opérateur devant disposer en temps réel de données sur le processus, il est nécessaire que les modules de visualisation comportent:

1. Un système d'archivage : Pour la conservation et l'historique des données (alarmes et événements) sur une certaine durée. Ces données pouvant être restituées et exploitées à diverses fins telles que la gestion de la production ou encore des opérations de maintenance.

2. Un système de traitement : assurant une mise en forme des données (informations) pour les restituer aux opérateurs sous une forme prédéfinie, via l'interface de visualisation.

3. Un système de communication : ayant la fonction d'acquisition, de restitution, d'échange et de transfert de données, assurant ainsi la communication avec les différents modules de l'automate programmable industriel.

L'architecture globale de la fonction " **Supervision** " peut être schématisée comme suit :

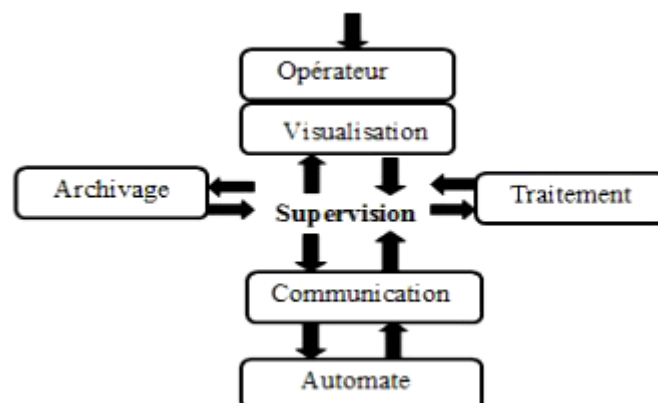


Figure III.25 : Synoptique de l'architecture de supervision

Pour mettre en œuvre l'interface de supervision, il est indispensable de passer préalablement par une étape de développement de programmes en utilisant des outils appropriés, tels que WinCC (Windows Control Center), Advanced V13 de SIEMENS.

III.8 Logiciel Win CC flexible de SIEMENS

WinCC est un logiciel partagé dans l'environnement STEP7, et qui propose pour la configuration divers pupitres opérateurs, ainsi qu'une famille de systèmes d'ingénierie évolutifs adaptés aux tâches de configuration.

L'environnement WinCC se présente comme suit:

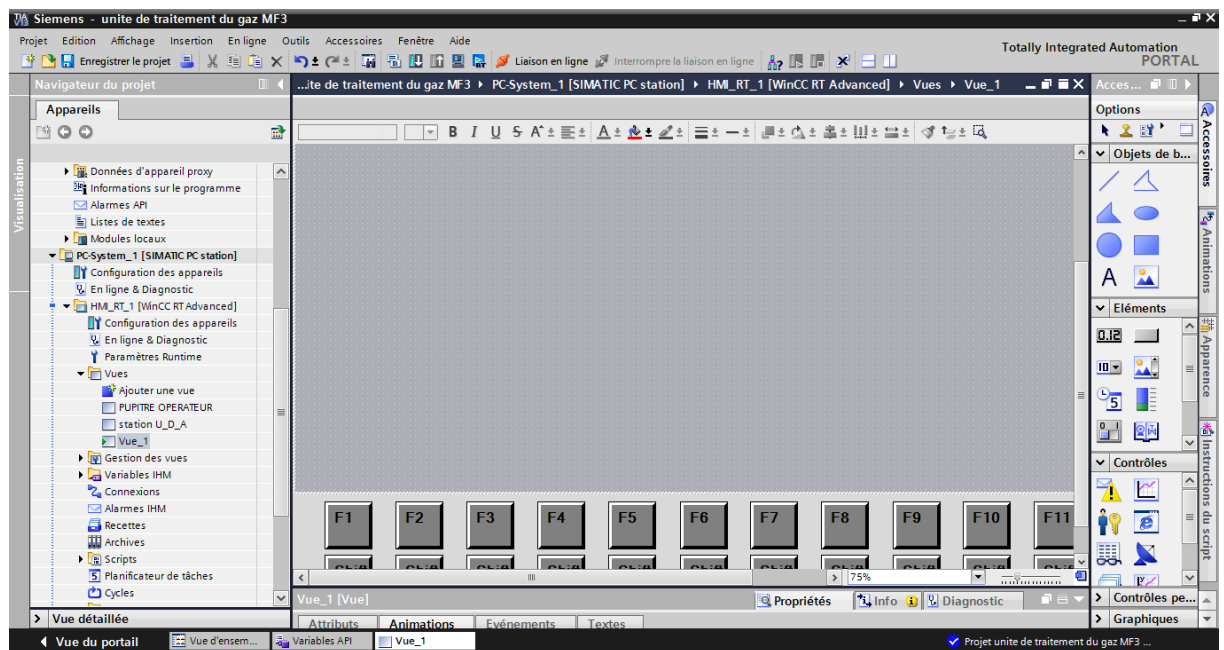


Figure III.26 : L'environnement du WinCC RT Advanced V13

III.9 Conception de l'interface homme-machine

Passons à présent à la programmation d'un IHM consistant en la création d'une interface graphique.

Celle-ci a plusieurs fonctions :

- ✓ la lecture des paramètres et autres indicateurs sur l'état de la station via l'automate,

✓ l'affichage de ces mêmes paramètres, qui, après analyse et interprétation, permet à l'opérateur de procéder aux réajustements et corrections au niveau du processus, si nécessaire.

Pour atteindre cet objectif, nous avons recouru à l'utilisation d'un logiciel spécialement conçu à cet effet : le WinCC RT Advanced V13 de Siemens qui met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration telle que l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur «**Vues**».

Cet éditeur sera exploité pour l'élaboration et la configuration des fonctions de conduite et de supervision au niveau du pupitre opérateur.

III.9.1 Elaboration des vues

J'ai développé et mis au point deux vues de l'écran opérateur au niveau du pupitre de commande. Ces vues sont les suivantes :

1. vue « pupitre opérateur » (visualisation),
2. vue « Station UDA »

- La vue « état système » ou visualisation :

Permettant la visualisation en temps réel de l'état général de la station, et particulièrement de l'état des différents actionneurs que sont notamment les vannes, les moteurs des différents équipements de la station tels que les aéro-réfrigérants, le compresseur de régénération, etc. Elle permet également la visualisation des différents paramètres tels que la température du gaz ou encore la pression, etc.

La vue « **visualisation** » est illustrée dans la figure ci-après:

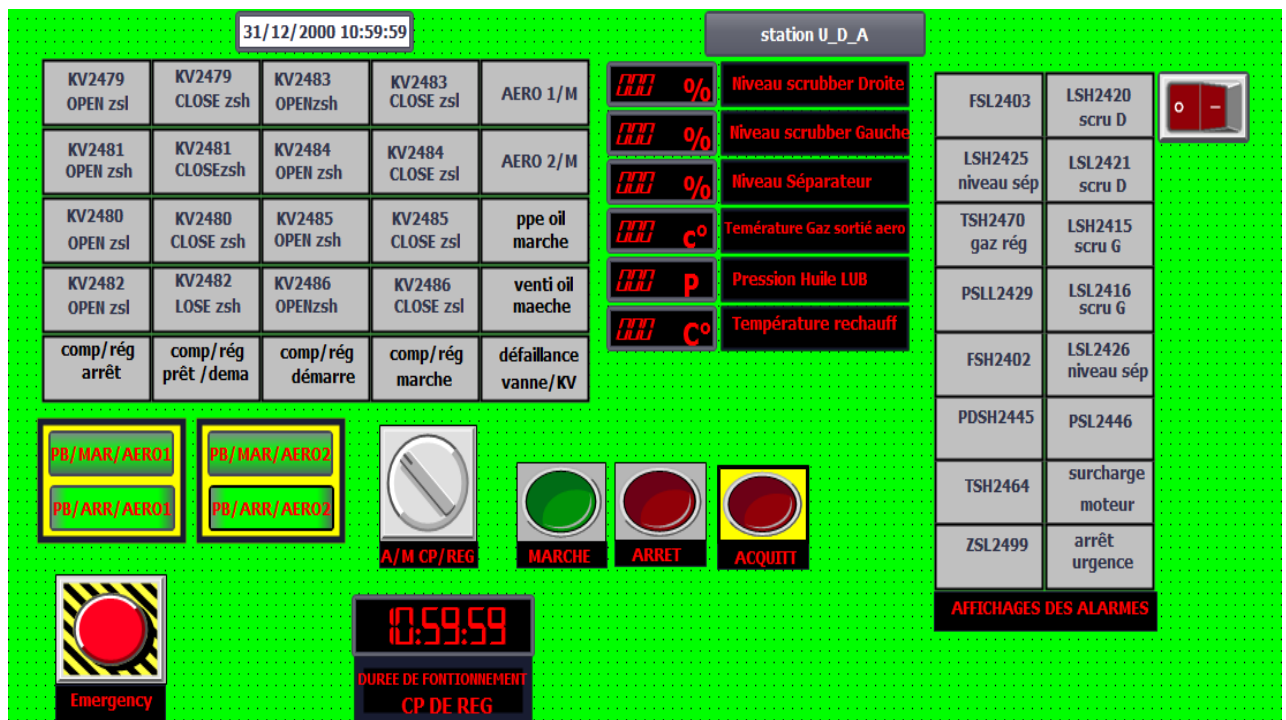


Figure III.27 : Vue d'état système ou visualisation

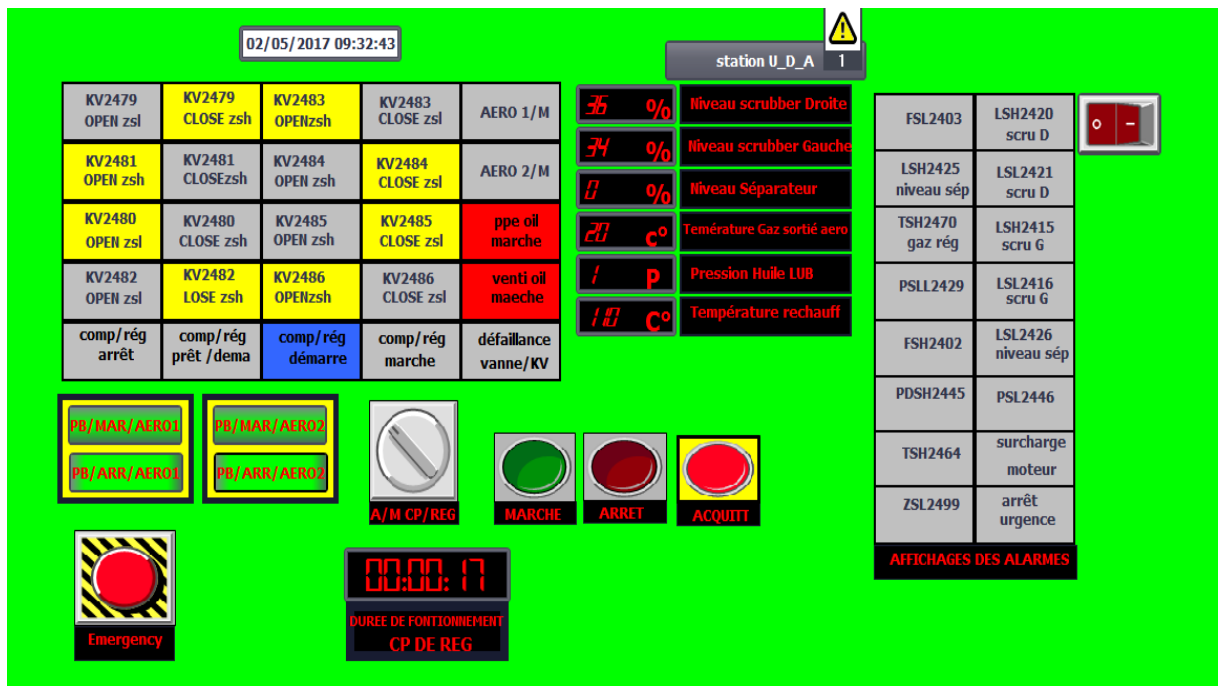
C'est ainsi que si cette vue fait ressortir par exemple une image du jeu de vannes avec des rectangles jaunes disposés en une figure rappelant la lettre « X », cette vue signifie que la tour A est en phase de production et la tour B en phase de régénération.

L'autre cas de figure est matérialisé par l'apparition d'une vue où les rectangles sont disposés en forme de lettre « O ».

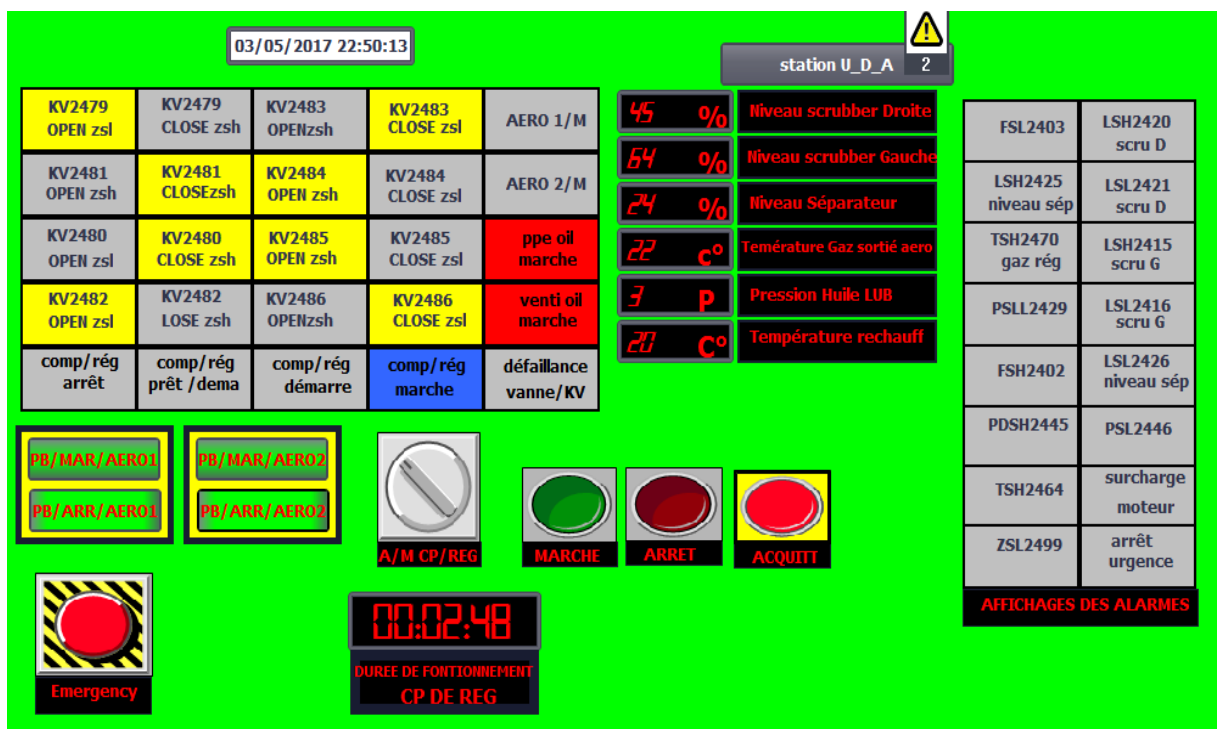
➤ **Simulation des cycles de fonctionnement de l'UDA**

Les vues suivantes illustrent les étapes des différents cycles effectués par les équipements de

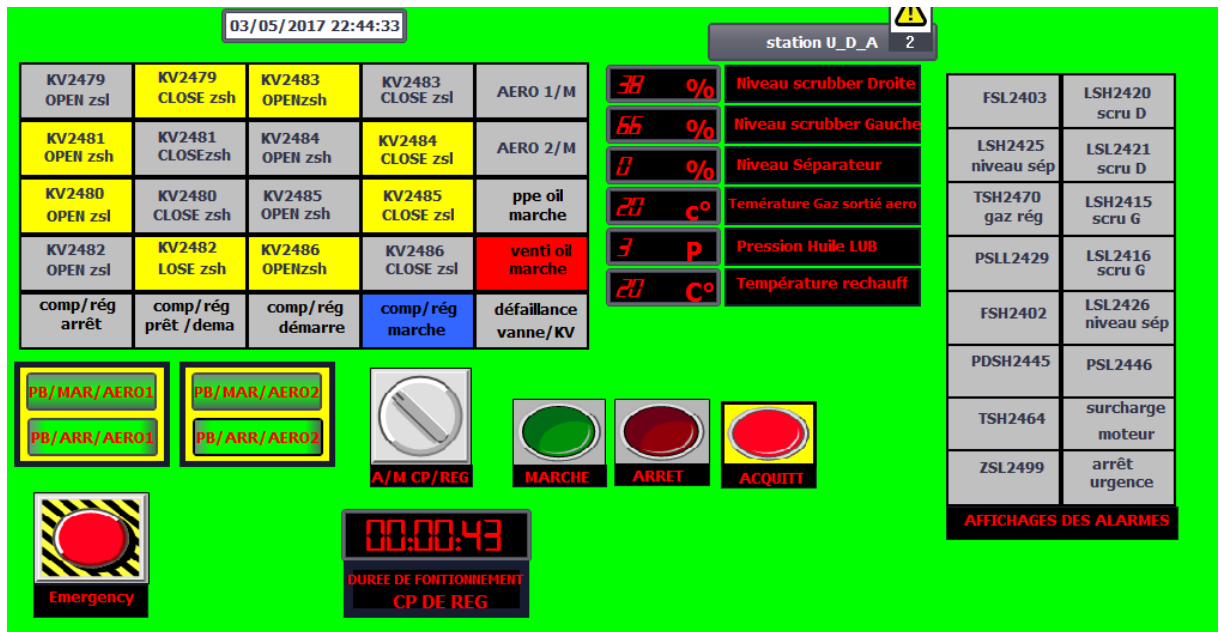
l'UDA, qui sont décrites de manière détaillée dans le cahier des charges de la station (cf. le chapitre deux).



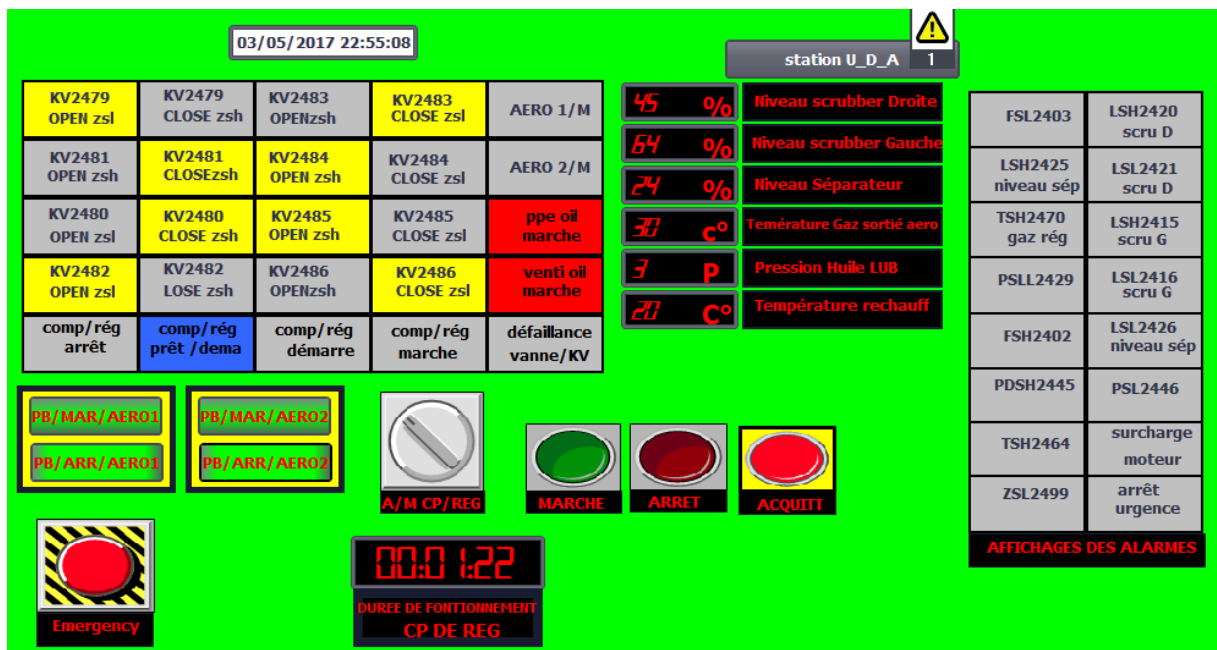
a) Visualisation de l'étape 1 (cycle en O)



b) Visualisation de l'étape 1 (Cycle en X)



c) Visualisation de l'étape 3 (Arrêt de la pompe électrique)



d) Visualisation de l'étape 5 (Cycle d'attente)

Figure III.28: Visualisation des différents cycles de l'UDA

Ces étapes résumant l'état du système en fonction du temps (t) sont rappelées ci-après :

- **Etape 1 (t=0)** : lancement de la séquence de démarrage du compresseur de régénération, et mise en marche de la pompe électrique et du ventilateur de lubrification.

• **Etape 2 (0 < t < 15 mn)** : Démarrage du compresseur de régénération ; la pompe électrique et le ventilateur de lubrification continuant de tourner.

• **Etape 3 (15 mn < t < 6 h)** : Arrêt de la pompe électrique et compresseur de régénération et ventilateur en service.

• **Etape 4 (6 h < t < 6h 15mn)**: Arrêt du compresseur, remise en service de la PPE ; le ventilateur continuant de tourner.

• **Etape 5 (6 h 15 mn < t < 8h)**: Cette phase correspondant au cycle d'attente de la tour en régénération, la PPE et le ventilateur s'arrêtent et le « **prêt au démarrage** » du compresseur de régénération reste maintenu tant que toutes les conditions du permissif sont satisfaites.

Afin de pouvoir visualiser la réponse du système face à un quelconque dysfonctionnement, j'ai réalisé une simulation de défauts (pannes).

➤ **Simulation de situations critiques**

Effectuer une telle opération revient à simuler des niveaux de grandeurs issus des différents capteurs. Cela revient à jouer sur l'état des entrées de notre système (module d'entrée de l'automate).

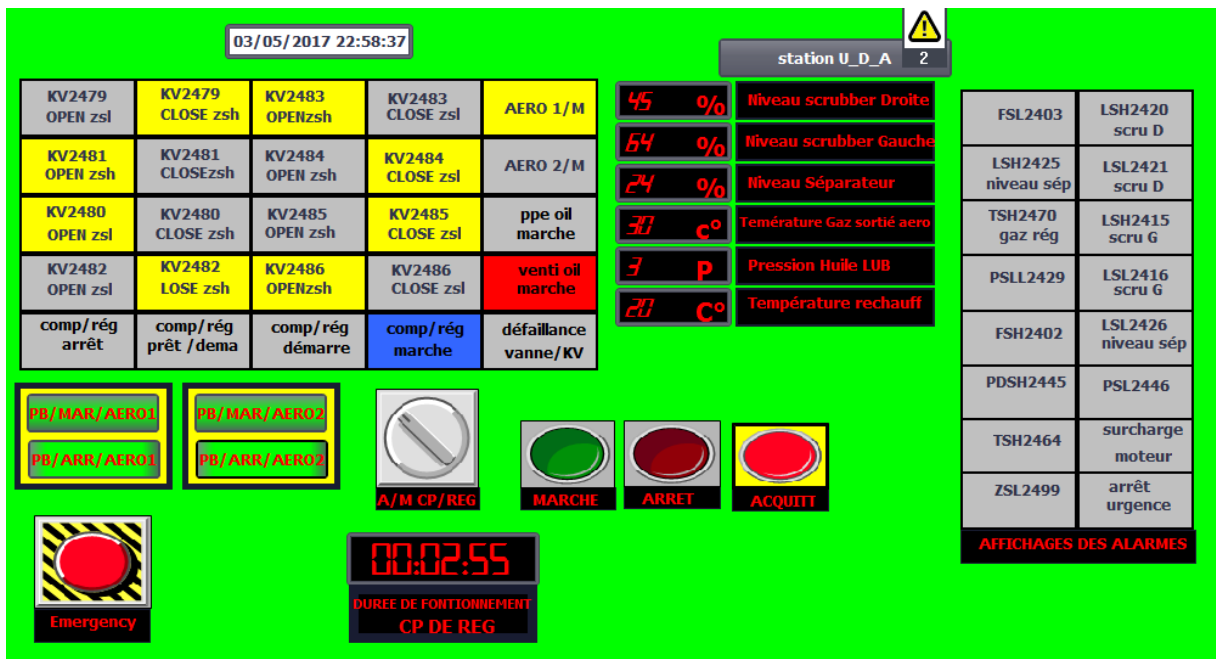
Pour cela, j'ai fait appel à un simulateur de programmes «PLCSIM». L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable industriel (API) qu'on simule par ordinateur ou au moyen d'une console de programmation.

L'application S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme, tel qu'illustré dans la figure ci-après:

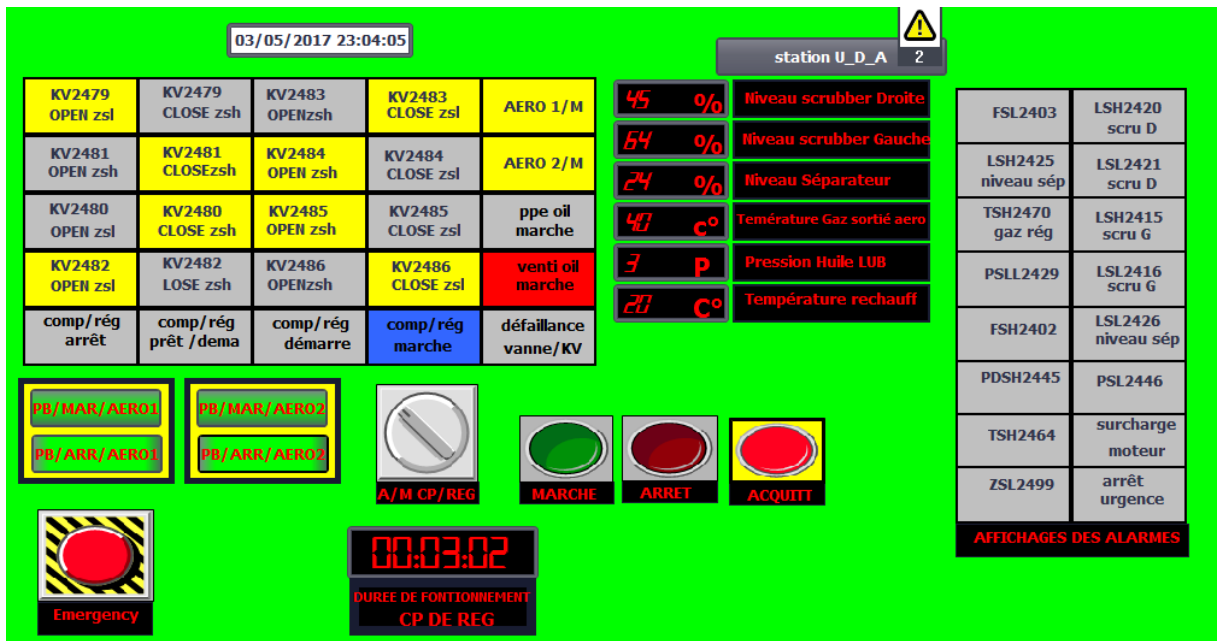


Figure III.29 : Interface de l'application S7-PLCSIM

Pour la simulation des pannes, prenons l'exemple du paramètre **température gaz**. Si celle-ci augmente jusqu'à atteindre **30°C**, l'**aéro-réfrigérant 1** se met alors en marche (voir figure A). Si cette température continue à croître jusqu'à atteindre **45°C**, l'**aéro-réfrigérant 2** entre alors en service (voir figure B).



a) Augmentation de la température au-delà de 30°C



b) Augmentation de la température au-delà de 40 C

Figure III.30 : Mise en marche des aéro-réfrigérants en fonction de l'évolution de température : cas a et b

Si toutefois, elle poursuit encore sa croissance pour atteindre le seuil critique « TSH-gaz », (exemple : 266 C), le permissif de démarrage tombe, le compresseur s'arrête engendrant immédiatement un déclenchement (arrêt de la station UDA). La vue « Visualisation » fait alors ressortir la réponse du système face à une telle situation comme illustr e ci-après:

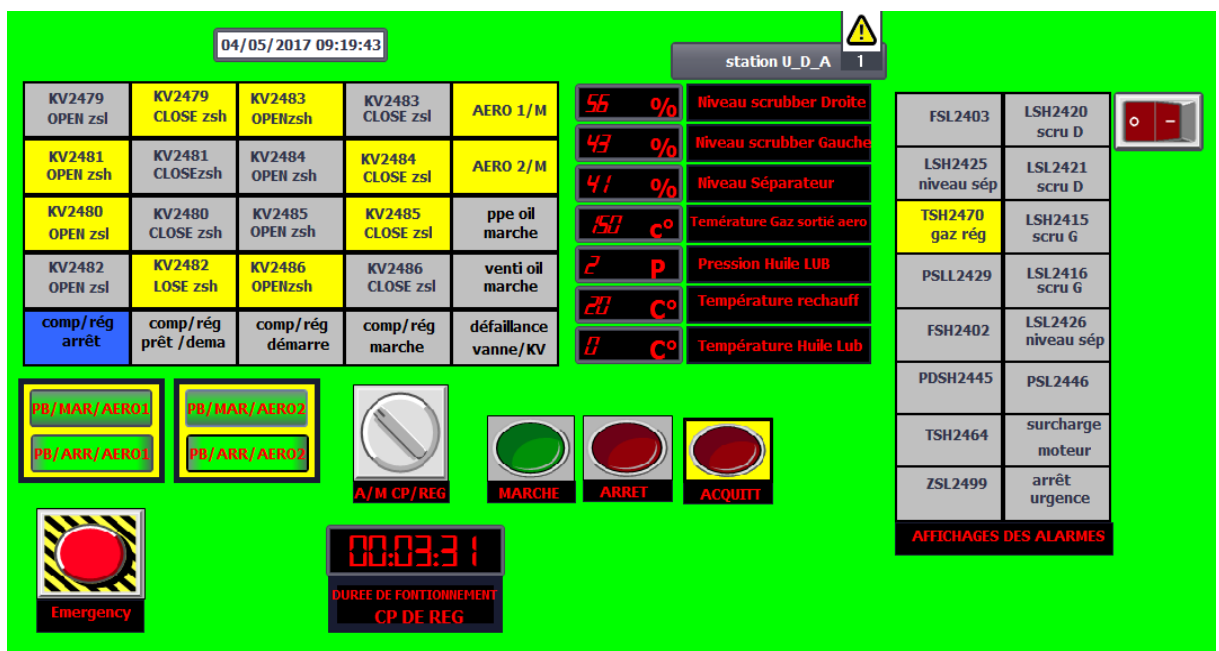


Figure III.31: Réponse du système face à un défaut TSH-GAZ

- **La vue d'alarmes** : Le tableau « **alarmes** » est un système conçu pour afficher au niveau du pupitre de contrôle, les différents états jugés critiques permettant d'avoir un historique des pannes, facilitant ainsi la détection et le diagnostic des problèmes en cas d'arrêt (déclenchement) de la station.

- **La vue contrôle niveau et température du séparateur :**

Mon système permet d'obtenir aussi bien une vue globale qu'une vision segmentée de la station par bloc homogène. Cette segmentation permet une visualisation plus précise des opérations au niveau des différents équipements.

Pour l'illustration, j'intéresserai au bloc des aéro-réfrigérants et du ballon séparateur, comme montré dans la figure suivante :

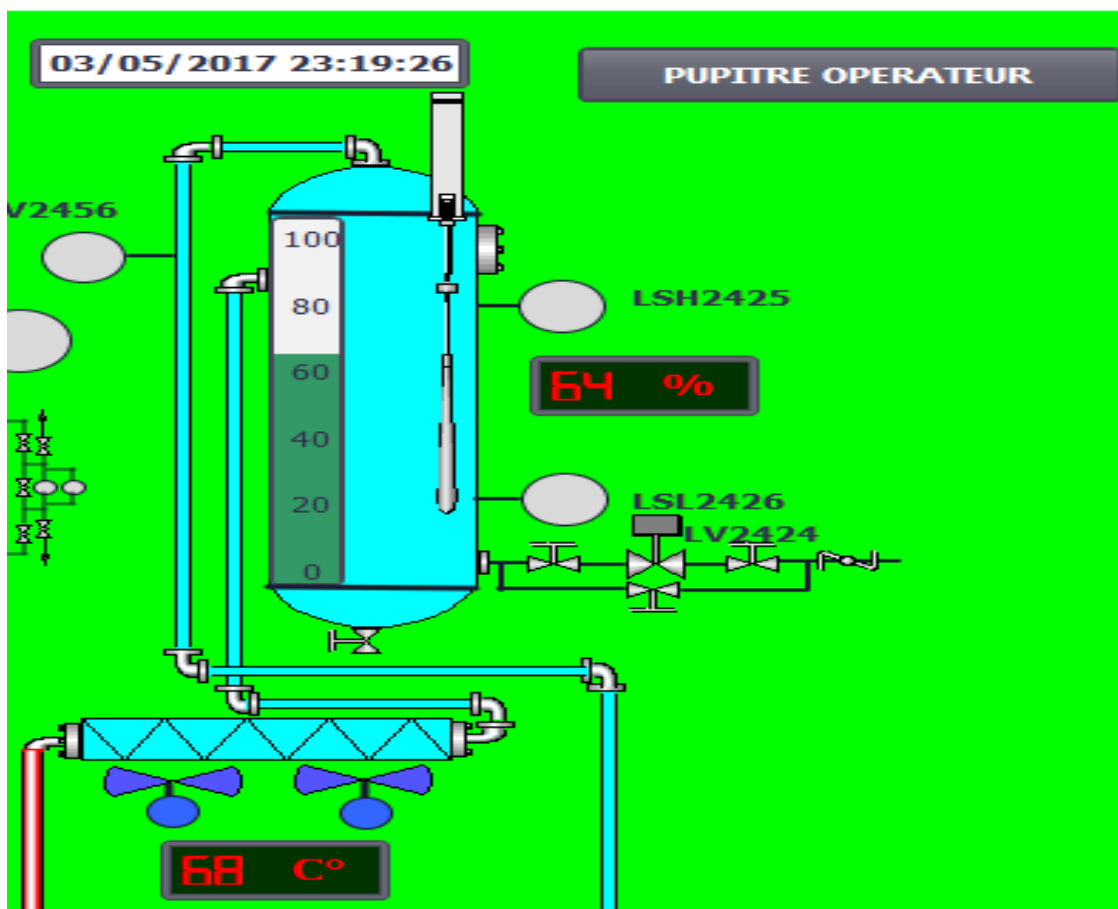


Figure III.32 : Vue contrôle niveau et température du séparateur (simulation d'état critique)

Pour conclure sur ce dernier chapitre, on peut affirmer que j'ai pu concevoir un outil de supervision performant et précis, jouant le rôle d'interface entre la partie commande et la partie opérative. Parmi les avantages d'une telle interface, on peut citer le suivi en temps réel de l'état de la station, le diagnostic et la gestion des alarmes, la surveillance et une commande à distance du système.

Conclusion générale

Ce travail a été mené d'abord sur le terrain dans une zone pétrolière du Grand Sud algérien, dans un environnement géographique hostile, à quelques 1300 km au sud-est d'Alger.

Il a été conduit en plusieurs étapes. Dans un premier temps, je suis passé par la compréhension du processus industriel et familiarisé les installations existantes ainsi que la logique de fonctionnement.

Dans une autre étape, l'exercice a porté sur un diagnostic de l'état du système de gestion et de commande existant. Au terme de cette phase, quelques faiblesses apparues, liées notamment à l'obsolescence, la faible sécurité et performance globale de l'UDA.

mon travail est focalisé sur le choix de l'organe de commande ainsi que l'élaboration du nouveau système de contrôle/supervision.

Ce nouveau système a porté sur :

- la modernisation du système de pilotage en mettant en place un système qui permet outre une supervision de la totalité des fonctions de la station et de leurs paramètres en temps réel, mais aussi de pouvoir agir à distance sur la station à partir de pupitres de supervision se trouvant dans la salle de commande. Il est à noter que cet exercice est conduit tout en gardant les commandes manuelles.

- l'augmentation du niveau de sécurité des installations, corrigeant à la baisse de ce fait les fréquences d'arrêts de l'Unité. La maintenance est l'autre fonction à avoir bénéficié du nouveau système.

- l'atténuation des fréquences des arrêts avec une incidence directe sur les performances de l'unité, sa rentabilité et par conséquent, l'accroissement de la production d'hydrocarbures.

- l'amélioration du confort opérateur du fait de ces modernisations constitue l'autre bénéfice de cet exercice.

Je souhaite que tout ce dispositif d'amélioration et de modernisation mené et conduit au niveau de l'UDA de la région TFT, nous permette par la suite, en tant qu'master , de participer dans la rénovation d'autres stations des différentes régions SONATRACH.

Références bibliographiques

- [1]: Documentation technique SH: Catalogue des objets et d'équipement mécanique, électrique et d'instrumentation. Volume 16, réf E/78/76. Année 1986. Fabricant Thomson Holland.
- [2]: Documentation technique SH: Les PID des stations. Volume 2, Année 1986. Fabricant Thomson Holland.
- [3]: Documentation technique SH: Compresseur de régénération livre n°8, Reliage logique câblée 1986. Réf /9/3509
- [4]: Endress and Hauser, Technical Information Cerabar S PMP71 with MID Parts Certificate, https://portal.endress.com/wa001/dla/5000498/1524/000/00/TI00451PEN_0111.pdf,
- [5]: Endress and Hauser, Omnigrad S TR66, https://portal.endress.com/wa001/dla/5000018/2045/000/01/TI284TFR_%200709.pdf, page consultée le janvier 2017.
- [6]: Endress and Hauser, Information technique iTEMP® TMT84, <https://portal.endress.com/wa001/dla/5000234/9524/000/00/TI138Rfr.pdf>, page consultée le 25 janvier 2017.
- [7]: Endress and Hauser, Information technique Micro pilot FMR50 Radar à émission libre, https://portal.endress.com/wa001/dla/5000586/1272/000/03/TI01039FFR_0515.pdf. Le 30 janvier 2017.
- [8]: Magnetrol, F10 - F50 Détecteurs de débit, <http://www.magnetrol.com/v2/pdf/Frn/47-116.pdf>, page consultée le 27 février 2017.
- [9]: General EASTERN, Hygromètre de process mesures de traces, dans les gaz et les liquides, http://www.hellopro.fr/documentation/doc_produit/514137_96f08b04flac268687f934153cef7076_362959.pdf, page consulté le 28 février 2017.
- [10]: LINSTEN THINK SOLVE, Allen Bradley, Détecteurs de proximité et interrupteurs de fin de course Commande éprouvée, robuste et fiable http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/prxlim-br001_fr-p.pdf, page consultée le 05 mars 2017.
- [11]: SECTORIEL, ROBINET 736-746 XS AVEC ACTIONNEUR PNEUMATIQUE AP, http://www.sectoriel.fr/vdoc/thermador/SOC6/FRA_BD_FT746XS-AP.pdf, page consultée le 03 mars 2017.

[12]: SECTORIEL, VANNE DE RÉGULATION PNEUMATIQUE 2 VOIES TYPE FLY,
http://www.sectoriel.fr/vdoc/thermador/SOC6/FRA_BD_FT3010%20FLY.pdf, page
consultée le 03 mars 2017.