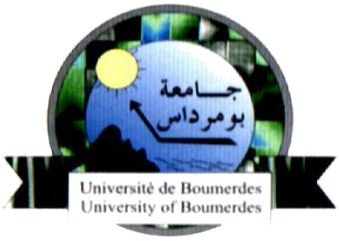
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Mémoire de Master

Filière : ÉLECTROMÉCANIQUE
Spécialité : Mécatronique

THÉME

Modélisation d'un système de contrôle distribué sur le four (100-F-501)

Présenté par : TRIA Ahmed

SEBAA Fatah

Promoteur : Pr.BENAZZOUZ Djamel

Promotion 2019- 2020

Dédicaces

Je dédie ce travail à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce dernier. Mes parents qui m'ont toujours offert ce dont j'avais besoin pour poursuivre mes études, qui ont cru en moi et m'ont encouragé tout au long de cursus. Les membres de ma famille, mes amis ainsi mes camarades de classes avec lesquels on a partagé des moments ensembles.

Ce travail est le produit de cinq années passées à l'université de Boumerdes avec ses hauts et ses bas, c'est pour cela aussi que j'aimerais remercier toute personne ayant fait partie de cette histoire.

Parler de ma vie d'étudiant sans évoquer le club « Eurêka ! » serait égoïste de ma part. Comme son nom l'indique « J'ai trouvé », c'est au sein de ce club, de cette famille que j'ai trouvé une nouvelle vie universitaire avec beaucoup plus de sens, de l'engagement, et surtout ce désir de vouloir être acteur de sa vie et agir pour ce que l'on croit être juste. Dans ce club j'ai aussi connu l'Amitié avec des personnes qui parfois partagent les mêmes ambitions et parfois pas du tout, c'est ce qui fait la magie de cette famille.

On a échoué, on a réussi, ce que je garde c'est qu'on a combattu ensemble.

TRIA Ahmed

À ma chère mère

Ma raison d'être, ma raison de vivre, la lanterne
Qui éclaire mon chemin.

A mon cher père

En signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude.

Pour tous les soutiens
Et les sacrifies dont il a fait preuve à mon égard.

A mon cher frère Hicham et mes belles sœurs
Amira et Milissa

Aucun mot, ni aucun signe ne pourront d'écrire votre
Implication dans mon épanouissement.

A Ma chère Lilia

Qui m'as aidé et supporté dans les moments difficiles.

A mon cher binôme Ahmed

Pour son entente et sa sympathie.

À *Mes amis*

À *Mes enseignants*

À *Toute personne que j'aime et qui m'aime*

Je dédie ce travail

SEBAA Fatah

Remerciements

Ce mémoire a été réalisé à Université M'Hamed Bougera
Faculté des Technologie département de Génie Mécanique

Merci à nos parents d'avoir su nous écouter et nous motiver, nos amis(e), qui ont été là pendant les périodes de doute et de stress.

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

Nous remercions particulièrement ***Mr.TOUZOUT.W*** *pour sa disponibilité, ses conseils et pour l'aide qu'il nous a apporté, nous remercierions aussi toute personne ayant contribués de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail.*

Nous tenons aussi à exprimer nous vifs remerciements aux membres de jury pour avoir Accepté d'examiner ce travail et d'évaluer le continu de ce mémoire de thèse de master

Résumé

À la lumière du développement observé par la production pétrolière, en particulier dans le domaine du raffinage de pétrole, et afin d'obtenir les meilleures façons d'extraire les dérivés du pétrole brut, ce champ a besoin de plusieurs matériaux de pointe et des capacités technologiques. L'un est le four préchauffé pour le pétrole brut.

Les travaux présentés dans ce projet nécessitent une étude approfondie du four F501 de la raffinerie Sidi Rezine à Alger, en plus de la façon de contrôler la température et la vitesse du flux du brut chauffée à l'intérieur du four, à travers plusieurs mécanismes de contrôle.

Au cours de l'étude des informations disponibles à partir des enregistrements disponibles à l'intérieur de l'usine, nous avons remarqué une différence dans la température des oléoducs à l'intérieur du four. Cette différence est due pour plusieurs raisons trouvées à travers des notes graphiques de mesure qui n'ont pas été prises en compte.

Le travail que nous avons fait au cours de la période du projet, consiste à déceler les causes de cette différence proposer une solution tout en réglementant le flux de pétrole dans chaque pipeline afin de contrôler sa température séparément.

Les résultats de la simulation nous ont permis que la solution proposée donne une amélioration sur le contrôlé du système étudié.

Abstract

In light of the development seen by oil production, especially in the field of oil refining, and in order to obtain the best way to extract derivatives from crude oil, this field needs several advanced material and technological capabilities. One is the preheated oven for crude oil.

The work presented in this project requires a comprehensive study of the F501 furnace located in the refined oil plant Sidi Rezine in Algiers, in addition to control the temperature and heated oil flow speed heated oil inside the furnace, through several control mechanisms.

During the study of the available information from the recordings available inside the factory, we noticed a difference in the temperature of the oil pipelines inside the furnace. This difference is due to several reasons found through graphic notes of measurements that were not taken into account.

The work we have done during the project period has been made to improve this difference by regulating the flow of oil in each pipeline in order to control its temperature separately.

The results are all insinuating on the inferences about the controlled improvement of the studied system.

ملخص

في ظل التطور الذي شاهدته الإنتاجية النفطية، خاصة في مجال تكرير النفط، و من اجل الحصول على افضل طرق استخراج المشتقات من النفط الخام، يحتاج هذا المجال إلى عدة إمكانيات ماديه و تكنولوجية متقدمة. احدها يتمثل في الفرن المسخن للنفط الخام .

العمل الذي قدم في هذا المشروع يقتضي على دراسة شامل للفرن F501 المتواجد في المصنع المكرر للنفط سيدي رزين بالجزائر العاصمة، بالإضافة إلى كيفية التحكم في حرارة و سرعة التدفق للنفط المسخن داخل الفرن،عن طريق عدة آليات للمراقبة.

لقد لاحظنا خلال دراسة المعلومات المتاحة من تسجيلات المتوفرة داخل المصنع، وجود اختلاف في درجات الحرارة للأنابيب الناقلة للنفط داخل الفرن. هذا الفرق يعود إلى عدة أسباب وجدت من خلال ملاحظات بيانية لقياسات لم تأخذ بعين الاعتبار.

الأعمال التي قمنا بها خلال فترة المشروع، قدمت من اجل تحسين هذا الفرق عن طريق تنظيم تدفق النفط في كل انبوب قصد التحكم في حرارتها على حدا .

النتائج المتحصل تلمح كلها على استنباطات حول التحسين التحكمي في النظام المدروس.

Sommaire

Dédicaces i
Remerciements iii
Résumé iv
Sommaire v
Liste des abréviations viii
Liste des figures ix
Introduction générale 1

Chapitre 1: Raffinerie d'Alger

I. Introduction 3
II. Présentation de la raffinerie d'Alger 3
II.1 Historique 3
II.2 Situation géographique 4
II.3 Capacité de production 5
III. Réhabilitation de la raffinerie 6
III.1 Nouvelles installations de la raffinerie d'Alger 7
III.2 Unité de distillation atmosphérique U100 7
III.3 Unité de reforming catalytique U200 7
III.4 Unité de séparation de gaz liquide 8
III.5 Parc de stockage 8
III.6 Salle de contrôle 9
III.7 Laboratoire 9
IV. Organigramme de la raffinerie d'Alger 9
V. Conclusion 10

Chapitre 2: Présentation du DCS

I. Introduction 12
II. Définition 12
III. Avantage du DCS 13
III.1 La notion de distribution 13
III.2 La notion de redondance 13
III.3 La notion d'ouverture 13
III.4 La notion d'analyse et d'optimisation 13

III.5 La notion de simplicité 14
III.6 La notion de disponibilité des informations 14
III.7 La notion de surveillance continue 14
IV. Historique du système de contrôle 14
IV.1 Contrôle manuel 14
IV.2 Régulateurs pneumatiques locaux 14
IV.3 Régulation pneumatique centralisée 15
IV.4 Régulateurs électroniques analogiques et numériques 15
IV.5 Système d'acquisition de données (DAS) 15
IV.6 Système de contrôle distribué 15
V. Différents systèmes DCS en Algérie 15
VI. Architecture du DCS 15
VI.1 Contrôleur du DCS. 16
VI.1.1 Structure fonctionnelle 16
VI.1.2 Structure matérielle 17
VI.1.3 Structure logicielle 17
VI.2 L'interface Homme/Machine (Human/machine Interface-HMI). 18
VI.2.1 Structure fonctionnelle 18
VI.2.2 Structure matérielle 18
VI.2.3 Structure logicielle 19
VI.3 Réseau de communication numérique. 20
VI.4 L'outil de configuration d'un DCS. 21
VII. Conclusion 21

Chapitre 3: Présentation du four (100-F-501)

I. Introduction 23
II. Four 100-F-501. 23
II.1 Montage d'un tube de four 24
II.2 Installation des brûleurs 25
II.3 Flux des matériaux 25
II.4 Les passes 26
II.5 Variables de fonctionnement 26
III. Automate programmable Foxboro DCS 34
IV. Conclusion 36

Chapitre 4: Solution proposée

I. Introduction 38
II. Système actuel 38
III. Proposition 40
IV. Simulation 41
V. Exemple d'application 41
VI. Conclusion 43

Conclusion générale 44
Bibliographie 45

Liste des abréviations

DCS : Système de contrôle distribué « Distributed control system »

GPL : Gaz de Petrol Liquéfié

TOR : Tout Ou Rien

PLC : Programmable Logic Controller

HMI: Human/Machine interface

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition

ESD: Emergency Shutdown System

DAS : Système d'acquisition de donnée

E/S : Entrée / Sortie

SPC : Statistical Process Controller

SQC : Statistical Quality Controller

CO : Monoxyde de carbone

FIC : Flow Indicator Controller

DCI : Distributed Controller Interface

TRC : Temperature Recorder Controller

TI : Temperature Indicator

TOR : Tout Ou Rien

Liste des figures

Figure I.1 : Vue aérienne avec Google Earth présentant l'emplacement de la raffinerie……..5

Figure I.2 : Produits de la raffinerie d'Alger……6

Figure I.3 : Sphère de stockage des GAZ Raffinerie Liquide « propane et butane »……8

Figure I.4 : Parc de Stockage de la raffinerie d'Alger……..……9

Figure I.5 : Organigramme de la raffinerie d'Alger……..…9

Figure II.1 : Architecture de base d'un DCS……...16

Figure III.1 : Four de l'unité 100 (F-501)……23

Figure III.2 : Schéma du four F-501……...24

Figure III.3 : Un des passes du four non installé……25

Figure III.4 : Vue de dessus du four……...25

Figure III.5 : Diagramme des passes du four F-501……...26

Figure III.6 : Mesure de tirage……27

Figure III.7 : Grille de comparaison entre l'excès d'oxygène et l'excès d'air……..29

Figure III.8 : Mesure de température……..30

Figure III.9 : Régulation de l'écoulement (débit)……...31

Figure III.10 : Régulation de débit à impulsion……..32

Figure III.11 : Contrôle de l'écoulement du combustible……...33

Figure III.12 : Diagramme d'E/S de bloc CALCA……..35

Figure III.13 : Diagramme fonctionnel PIDA bloc……36

Figure IV.1 : Schéma des quatre passes et leur contrôleur……..39

Figure IV.2 : Mesure de température moyenne à la sortie du four……..40

Figure IV.3 : Mesure de température des quatre passes à la sortie des quatre passes…….40

Figure IV.4 : Schéma de contrôle de température……...41

Figure IV.5 : Schéma de régulation de température pour une seule passe……..42

Figure IV.6 : Evolution des débits……...43

Figure IV.7 : Evolution des températures……44

Introduction générale

Les systèmes de contrôle sont d'une importance colossale dans tout type d'industrie, on en remarque des différences qui dépendent du type d'industrie, du constructeur mais aussi des différences qui sont dues au développement technologique.

Le système de contrôle distribué (DCS) est considéré comme la pointe de la technologie est se fait de plus en plus indispensable dans différent secteur, ceci parce qu'il assure un contrôle sur l'ensemble du processus en prenant en compte l'individualité de chaque étape, mais aussi parce qu'il a fait de la sécurité sa tâche la plus importante.

Dans l'industrie pétrolière au niveau de la raffinerie d'Alger le contrôle se fait à travers un système de contrôle distribué.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude nous avions comme objectif la modélisation du DCS installé au niveau de la raffinerie de SONATRACH à Alger. Le modèle est développé sous Matlab Simulink. Néanmoins la situation sanitaire qu'a connu le pays au courant de ces derniers mois, les responsables nous ont signifié l'arrêt du stage et de se fait l'accès à l'entreprise. Ceci nous a handicapé pour élaborer le schéma fonctionnel. De ce fait ; nous avons opté pour travailler uniquement sur la partie concernant le four de chauffage (100-F-501), afin d'apporter une amélioration par rapport aux valeurs de température de sortie. Ceci en simulant des valeurs mesurées réelles sur un programme écrit sur Matlab Script.

Chapitre 1

Raffinerie d'Alger

I. Introduction

L'opération de raffinage consiste la majeure partie de l'industrie pétrolière, qui désigne l'ensemble des traitements et transformation visant à tirer du pétrole le maximum de produits à haute valeur commerciale, selon l'objectif visé. Ces procédés sont réunis dans une raffinerie qui est l'endroit où l'on traite le pétrole pour extraire les fractions commercialisables.

II. Présentation de la raffinerie d'Alger

Une raffinerie doit être conçue pour traiter une gamme assez large de brut. Elle peut être simple ou complexe, constituée de quelques unités de traitement ou bien de plusieurs. L'Algérie est l'un de ces pays producteurs de pétrole. Elle fait partie de l'OPEP.

L'Algérie dispose de Cinq raffineries : la raffinerie d'Alger [1], la raffinerie de Hassi Messaoud, la raffinerie d'Arzew, la raffinerie de Skikda, et enfin la raffinerie d'In Amenas. Elles sont gérées par SONATRACH-activité aval-Division Raffinage.

II.1 Historique

Suite à la découverte du pétrole dans le sud algérien en septembre 1959, site de compagnies pétrolières internationales ont décidé de construire une raffinerie. Sa construction a duré 3ans (1961-1963) et son exploitation a débuté le 19 janvier 1964, sous le contrôle du régiment français jusqu'au 24 février 1971, lors de la nationalisation des hydrocarbures.

A l'origine, le raffinage était une activité intégrée dans SONATRACH. En 1982, le raffinage et la distribution des produits pétroliers ERDP-NAFTAL. En 1988, le raffinage est à son tour séparé de l'activité de distribution et dirigé en entreprise nationale de Raffinage du pétrole NAFTEC.

Le 18 avril 1998, l'entreprise devient une filiale dont les actions sont détenues à 100% par le Holding Raffinage et Chimie du groupe SONATRACH dénommée SOCIETE NATIONALE DE RAFFINAGE DE PETROLE NAFTEC SPA.

En janvier 2009, le gouvernement a décidé de réintégrer NAFTEC à SONATRACH et de ne plus la considérer comme une entité indépendante. Le personnel a été informé de cette fusion et a été instruit de se préparer en conséquence.

La raffinerie d'Alger est le premier et important complexe construit en Algérie, elle répond aux impératifs suivants :

- ✓ Traiter le pétrole de Hassid Messaoud.
- ✓ Satisfaire la consommation croissante en carburant du marché national précédemment couvert par les importations.

Ces objectifs essentiels principaux dans l'industrie sont :

- ✓ Promouvoir, développer, gérer et organiser l'industrie du raffinage, des hydrocarbures et dérivés.
- ✓ Assurer l'approvisionnement et la régulation par la production nationale.
- ✓ Participer à la promotion des produits pétroliers raffinés.
- ✓ Veiller à la mise en œuvre des mesures visant la sauvegarde et la protection de l'environnement en relation avec les organismes concernés.

La participation de Sonatrach, dans cette raffinerie a connu une progression par le temps comme suit :

- ✓ 10% en janvier 1968
- ✓ 44% en janvier 1969
- ✓ 80% en janvier 1970
- ✓ 100% en janvier 1997.

II.2 Situation géographique

Le choix géographique de la raffinerie a été bien étudié, grâce à sa nappe d'eau qui lui permet une alimentation en continue des systèmes de refroidissements. La raffinerie d'Alger se situe au nord du pays plus précisément au centre à Sidi Rezine Baraki à 5km au sud de la ville d'El-Harrach et à 20Km à l'est d'Alger, elle prend une surface de 182 Hectares. Elle a l'avantage d'être dans le plus grand centre de consommation. L'alimentation se fait directement de Hassi Messaoud au moyen d'un piquage à Beni Mansour jusqu'à la raffinerie d'Alger.

Figure I.1: Vue aérienne avec Google Earth présentant l'emplacement de la raffinerie.

II.3 Capacité de production

Le but primordial de la raffinerie est de continuer à assurer la couverture des besoins en produits de première nécessité, ainsi que les divers produits pour l'industrie pétrolière. La raffinerie a une gamme variée de produits qui répondent aux normes nationales et internationales et qui sont [2] :

- ✓ Butane et propane commerciaux.
- ✓ Naphta (30% essence SR+70% solvant total).
- ✓ Essence normale et super.
- ✓ Jet (Kérosène).
- ✓ Gas-oil.
- ✓ Fuel lourd.

La capacité de production de la raffinerie d'Alger est de 2 700 000 tonnes/an.

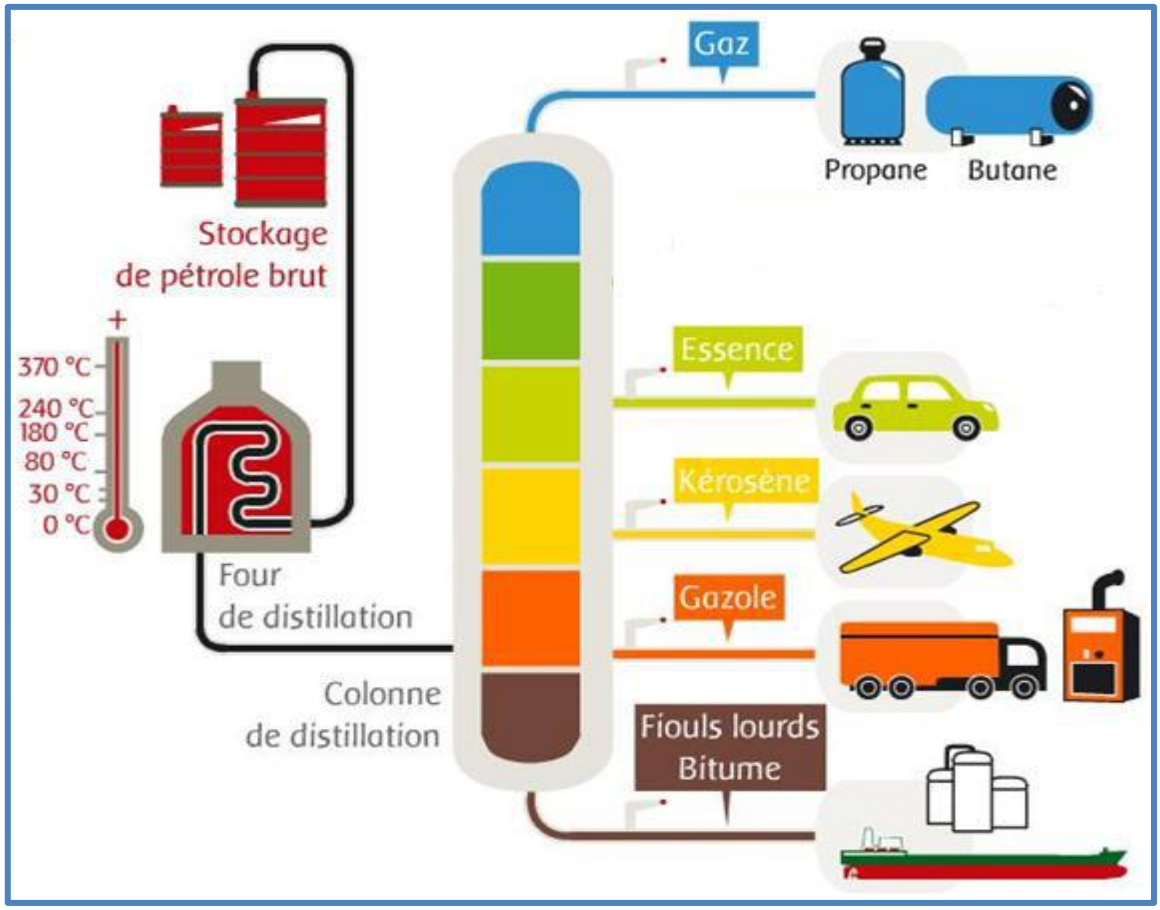


Figure I.2 : Produits de la raffinerie d'Alger.

III. Réhabilitation de la raffinerie

Le programme de réhabilitions et d'adaptation [3] est décrit en un seul projet global comprenant les opérations suivantes :

- Augmentation de capacité du topping de l'ordre de 35% (passage de 2 700 000 à 3 645 000 tonnes/an).
- Remplacement du reforming existant (monométallique) par un nouveau reforming.
- Installation d'une nouvelle unité d'isomérisation de naphta léger.
- Installation d'une unité de prétraitement et de fractionnement de naphta, commune aux deux unités d'isomérisation et de reforming.
- Installation d'une unité d'adoucissement et de séparation des GPL.
- Modernisation du réseau électrique.
- Installation d'un package de traitement et de récupération de soufre.

III.1 Nouvelles installations de la raffinerie d'Alger

La raffinerie d'Alger comporte les installations suivantes :

- Unité de distillation atmosphérique (U100)
- Unité de reforming catalytique (U200)
- Unité de séparation de gaz GPL (U300)
- Unité de mélange -Ethylation pour la fabrication des essences (normale et super).
- Salle de contrôle.
- Centrale thermoélectrique
- Laboratoire
- Parc de stockage
- Maintenance

III.2 Unité de distillation atmosphérique U100

C'est une unité qui permet de fractionner le pétrole brut de ses différentes dérivées, à savoir :

- Les hydrocarbures légers, contenant des gaz incondensables qui seront brûlés dans les fours de la raffinerie, du butane et du propane qui seront traite au niveau de l'unité gaz-plant.
- L'essence légère, entrant dans constitution des carburantes autos.
- Le gas-oil léger, matière de base du gas-oil moteur commercial.
- Le gas-oil lourd, entrant dans la construction des fuels légers.
- Le fuel destiné à l'exportation. [4]

III.3 Unité de reforming catalytique U200

L'unité U200 est une unité de reforming catalytique aussi appelée platforming. Son but est de transformer une coupe de solvant totale (léger et lourd) issue de l'unité de distillation atmosphérique pour augmenter l'indice d'octane en un produit appelé reformat possédant un indice d'octane proche de 88 et qui servira de base de production des carburants pour automobiles (essence normale 90 et super 96). [4]

III.4 Unité de séparation de gaz liquide

C'est l'unité de traitement des gaz (gaz-plant), elle a pour but la séparation du propane et butane venant de l'unité 100 et 200 afin de les stocker et commercialiser avant le stockage le propane et butane sont traités par la méthode de tamis moléculaire afin de les débarrasser de toute trace d'humidité et de produits sulfurés.

L'unité 300 comprend :

- Un ballon tampon D301
- Un déthaniseur C301
- Un ballon séparateur D302
- Un dépropaniseur C302
- Un ballon séparateur
- Traitement butane et propane par des tamis moléculaire (C303A et D305 pour C3, C303B et D307 pour le C4). [5]

III.5 Parc de stockage

La raffinerie dispose de 33 bacs de stockage pour le brut et pour les produits finis et semi-finis et 05 sphères pour le stockage du propane et du butane. [6]

Figure I.3 : Sphère de stockage des GAZ Raffinerie Liquide « propane et butane ».

Figure I.4 : Parc de Stockage de la raffinerie d'Alger.

III.6 Salle de contrôle

Le nombre important d'appareils de mesure équipant une unité de raffinage a conduit à la nécessité de concentrer dans une salle de contrôle [1] toutes les informations nécessaires à la bonne marche de l'unité (température, pression, débits, etc.).

III.7 Laboratoire

La raffinerie possède un laboratoire de contrôle [1] où sont effectués les analyses sur les différents produits intermédiaires et finis.

IV. Organigramme de la raffinerie d'Alger

L'organigramme de la raffinerie d'Alger est présenté par le schéma suivant. [1]

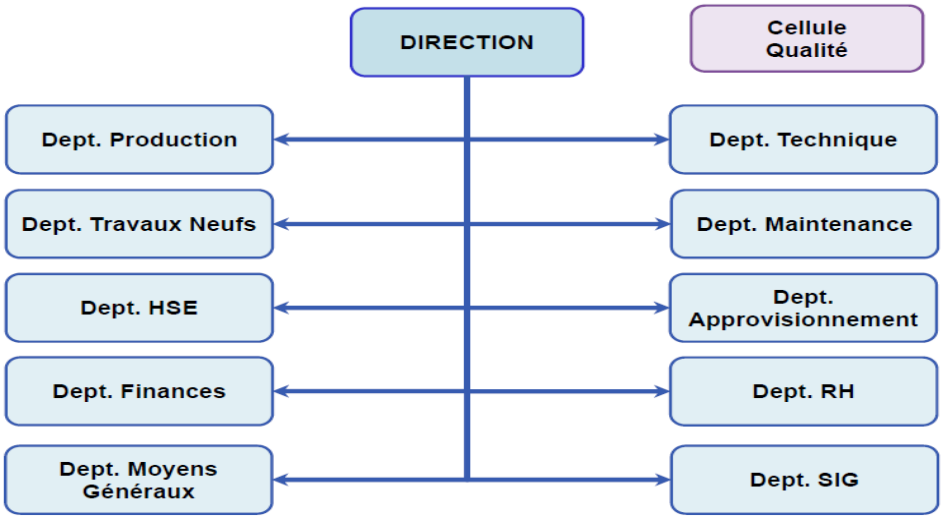


Figure I.5: Organigramme de la raffinerie d'Alger.

V. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la raffinerie d'Alger, qui a pour but principal le raffinage du pétrole brut et du gaz naturel, ainsi que la différente unité qui composent la raffinerie, leurs utilités et leur fonctionnement.

Chapitre 2

Présentation du DCS

I. Introduction

Sur le marché du contrôle automatisé de procédés industriels, les motivations économiques se traduisent par une recherche de solutions plus intégrées mais apportant plus d'ouverture et plus de modularité. La réduction des coûts concerne le cycle de vie des machines et/ou des installations simples ou très complexes : depuis l'achat, l'installation, le câblage, la mise en œuvre, l'exploitation et jusqu'à la maintenance des équipements.

Les récentes évolutions technologiques en matière de microprocesseurs, de systèmes d'exploitation multitâches, d'entrées/sorties industrielles distribuées sur les bus de terrain, ont conduit à l'apparition de systèmes numériques de contrôle commande dits DCS (Distributed Control System) dans les applications de contrôle-commande des industries à processus continus.

Les constructeurs déterminent leurs architectures de base en fonction de leur clientèle cible, à processus continu ou manufacturier, Le DCS ayant vocation à une haute fiabilité, assure de ce fait la supervision, l'acquisition et le traitement des variables TOR et analogiques, la régulation et les transmissions. [7]

II. Définition

C'est un ensemble de moyens matériels et logiciels assemblés de façon à partager les fonctions de base pour la conduite des procédés industriels.

Les fonctions de base d'un système de conduite sont les suivantes :

- ✓ Adaptation des signaux échangés avec le procédé
- ✓ Traitement en temps réel des données échangées
- ✓ Traitement en temps différé des données échangées
- ✓ Communication avec l'utilisateur du système
- ✓ Communication avec des autres systèmes voisins

Dans un système centralisé, un même dispositif (processeur ou contrôleur) peut réaliser la plupart des fonctions de base. Une indisponibilité du dispositif en question provoque la perte des fonctions qu'il a en charge. Par contre, dans un système distribué ou réparti, les fonctions de base sont plutôt confiées à plusieurs dispositifs (station) relies entre eux par des réseaux de communication.

Une indisponibilité d'un dispositif ne provoque que la fonction qu'il a en charge [8].

Une station peut avoir accès à des informations au niveau de base de données sur une autre station via le réseau de communication [9].

Le DCS est constitué de plusieurs sous –systèmes dont :

- ✓ Les dispositions d'entrées/sorties.
- ✓ Les contrôleurs individuels (PLC régulateurs).
- ✓ Les interfaces opérateurs (écran, souris, clavier).
- ✓ La station de travail ingénieur.
- ✓ Le réseau de communication (bus) pour l'échange d'information.

III. Avantage du DCS

Le système DCS a apporté plusieurs avantages par rapport aux anciens systèmes de contrôle classiques. Parmi ces avantages :

III.1 La notion de distribution

Les fonctions de base de conduite du procédé sont distribuées sur plusieurs dispositifs (stations) assurant, en cas de problème, la continuité de la conduite avec la plupart des fonctions.

III.2 La notion de redondance

La possibilité que chaque station et chaque réseau être redondant augmente la fiabilité du système et diminue les déclenchements intempestifs.

III.3 La notion d'ouverture

Le DCS est un système ouvert qui a l'avantage de communiquer avec des autres systèmes indépendants comme les systèmes SCADA, ESD, …

III.4 La notion d'analyse et d'optimisation

Avec le développement de la commande avancée et grâce aux outils mathématiques du DCS, il est possible d'utiliser des fonctions d'analyse et d'optimisation pour la meilleure conduite des procédés.

III.5 La notion de simplicité

La fonction de communication homme/machine est faite tout simplement par l'utilisation des moyens habituels, PC et imprimantes. L'opérateur peut conduire le procédé à partir des représentations graphiques interactives, l'ingénieur peut faire des travaux de maintenance et de développement du système en utilisant des logiciels informatiques.

III.6 La notion de disponibilité des informations

Grâce aux réseaux de communication et capacité mémoire du DCS, toute sorte d'information peut être disponible en temps réel. Remarquant aussi la disponibilité d'historique des données à tout moment.

III.7 La notion de surveillance continue

On passe de la surveillance périodique des équipements stratégiques à la surveillance continue, savoir l'état de santé des machines par une visualisation de l'évolution des paramètres. La lecture des données se fait directement sans recours à des appareils extérieurs de mesure [10].

IV. Historique du système de contrôle

Le progrès technologique dans le monde de l'électronique et de l'informatique a permis une évolution considérable dans le domaine du contrôle des procédés industriels.

Cette évolution est traduite par un changement dans les techniques de contrôle ; passage des systèmes pneumatiques aux systèmes électroniques analogiques puis numériques, du contrôle centralisé au contrôle distribué qui est le DCS et des systèmes à relais aux systèmes à base d'Automates Programmables.

Avant d'arriver au DCS, le contrôle des procédés industriels a connu plusieurs générations de systèmes.

IV.1 Contrôle manuel

C'est l'opérateur qui ferme la boucle de contrôle en observant le capteur et manœuvrant l'organe de commande :

Procédé => capteur => opérateur => organe de commande

Le concept de base dans le contrôle de procédé "boucle fermée" est respecté.

IV.2 Régulateurs pneumatiques locaux

L'opérateur n'intervient pas directement sur l'organe de commande mais il donne un point de consigne au régulateur local sur site.

IV.3 Régulation pneumatique centralisée

L'opérateur conduit le procédé à partir de la salle de contrôle. Dans ce mode de conduite, les signaux arrivent à la salle de contrôle sous forme pneumatique.

IV.4 Régulateurs électroniques analogiques et numériques

Le développement de l'électronique a conduit à la conception des régulateurs électroniques à boucle simple et des capteurs pouvant transformer toutes grandeurs physiques en grandeurs électriques.

IV.5 Système d'acquisition de données (DAS)

Animation graphique, historique, trend, logging. La fonction contrôle est assurée par des régulatrices simples mono-boucles.

IV.6 Système de contrôle distribué

En général, les procèdes industriels sont constitués d'un ensemble d'équipements et d'installations de production repartis sur site, cette contrainte a fait que l'architecture de ce système soit distribuée. D'où l'appellation : Système de contrôle distribué DCS

V. Différents systèmes DCS en Algérie

Sur le territoire algérien c'est pendant les années 1990's que le système DCS a été installé sur les sites pétroliers et gaziers.

Les systèmes les plus répondus sont :

- IA SERIES FOXBORO : Ex Les modules MPP0, MPP1, MPP4 et le BOOSTING de HassiR'Mel et le complexe de GNL SKIKDA
- CENTUM YOKOGAWA : Ex Les modules MPP2, MPP3 de HassiR'Mel
- TDC HONEYWELL : Ex Champ de Hamra/GhourdNous
- DELTAV EMERSON : Ex Champ de GassiTouil, Institut de NaphtoGaz
- BAILEY : Ex Oued Noumer

VI. Architecture du DCS

Contenu dans le monde micro-informatique et micro-technologique, afin de réaliser les différentes fonctions demandées par les clients les DCS ne cesse d'évoluer au niveau de sa structure fonctionnelle.

Les principaux éléments d'un DCS restent donc :

- Le contrôleur de processus.
- Le réseau de communication numérique.
- L'outil de configuration du système.
- L'interface de communication homme-machine.

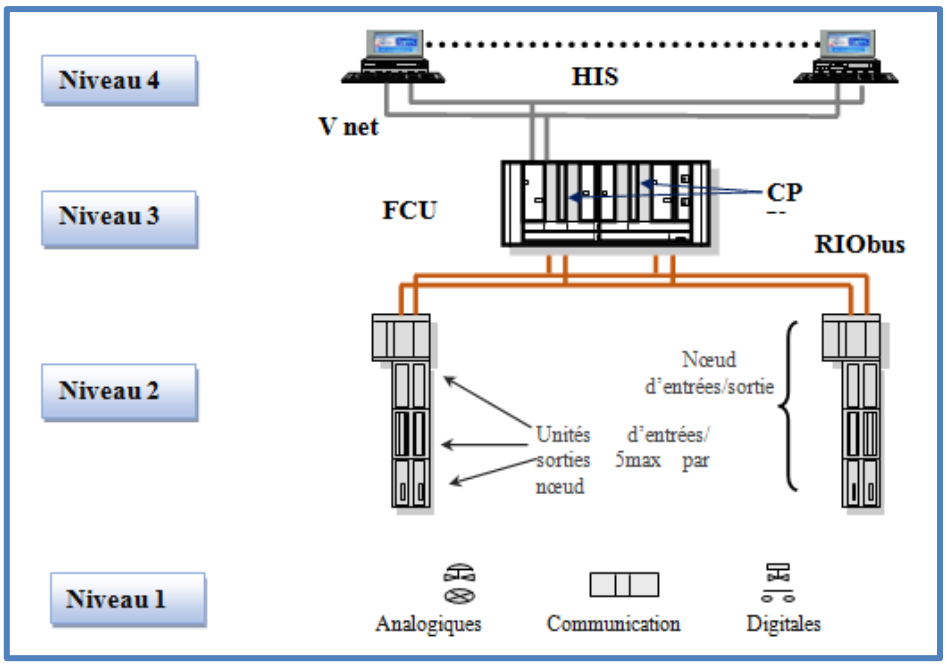


Figure II.1 : Architecture de base d'un DCS

VI.1 Contrôleur du DCS.

Le contrôleur du DCS est responsable de plusieurs fonctionnalités, les plus importantes résident dans l'acquisition des données du chantier, le traitement analogique, ainsi que l'élaboration des signaux de commande émis vers la sortie.

La structure des contrôleurs peut être divisée en trois parties :

- La structure fonctionnelle.
- La structure matérielle.
- La structure logicielle.

VI.1.1 Structure fonctionnelle

La structure fonctionnelle consiste à l'exécution de taches traditionnelle :

- Acquisition et conditionnement des signaux d'entrée.
- Traitement des signaux.
- Conditionnement et émission des signaux de commande.

Cependant, l'apparition de réseaux de terrain (pour l'instant très « propriétaires », en l'absence de standard international) a tendance à entraîner le transfert des fonctions d'acquisition de conditionnement et de commande vers des capteurs et actionneurs.

VI.1.2 Structure matérielle

Le contrôleur du DCS comporte les modules de base suivant :

- Module d'alimentation
- Modules d'entrées analogiques
- Modules d'entrée tout ou rien (TOR), module unité centrale, modules de sorties analogiques, modules de sorties TOR, et module de communication numérique.

La plupart des DCS proposent une version de contrôleur de processus à unité centrale redondante. La redondance est généralement de type normal/secours. Les E/S et les données internes de l'unité centrale de secours sont maintenues à jour à l'aide de mécanismes de communication inter-unité centrale. Le basculement sur l'unité centrale de secours est décidé grâce aux autotests effectués sur chaque unité centrale.

VI.1.3 Structure logicielle

Les différentes tâches confiées au contrôleur de processus font en sorte qu'il doit avoir une structure logicielle très proche de celle des mini-calculateurs industriels :

- Nécessité, au niveau de l'unité centrale, d'utiliser un système d'exploitation temps réel multitâche pour réaliser différents traitements périodiques et asynchrones entre eux et répondre aux interruptions nécessaires pour gérer les modules d'entrée/sortie et de communication.

De plus, pour décharger l'unité centrale d'un certain nombre de traitements répétitifs et rapides, les modules d'E/S et de communication peuvent être équipés de leur propre microprocesseur, le contrôleur de processus devient alors un système multiprocesseur temps réel.

VI.2 L'interface Homme/Machine (Human/machine Interface-HMI).

L'interface homme/machine est primordiale afin d'assurer une communication et surveillance de l'état en temps réel.

Cette interface est composée d'élément de base pour avoir une communication simplifiée tel que l'interface graphique, clavier, des boutons et des afficheurs.

Afin de comprendre la structure de l'interface de communication homme-machine, sa structure est divisée en trois parties :

VI.2.1 Structure fonctionnelle

On appelle structure fonctionnelle, l'utilité de l'interface de communication homme-machine. Cette interface est composée de trois fonctions principales :

- Surveillance et conduite du processus.
- Archivage de données.
- Gestion de données.

VI.2.2 Structure matérielle

Afin de tirer d'optimiser les couts et les performances du développement et de la concurrence sur le marché mondial, les constructeurs de DCS optent pour l'utilisation des standards dans la conception des interfaces de communication HMI.

La base matérielle utilisée est souvent développée par une station de travail UNIX, utilisant des logiciels universels tel que MOTIF ou X Windows avec accès aux services associés, architecture client/serveur, SGDB distribué.

Néanmoins l'évolution des ordinateurs et de leur système d'exploitation vers le temps réel permettent maintenant l'accès aux fonctions HMI à des prix de plus en plus réduits.

À noter qu'un DCS a la possibilité d'être monoposte ou multiposte, ainsi que chaque poste peut être mono-écran ou multi-écrans.

VI.2.3 Structure logicielle

Les différents modules qui constituent une interface de communication homme-machine sont généralement classiques, on peut citer :

- Base de données temps réel :

En général, une base de données contient toutes les variables du procédé. Ces variables seront nécessaires pour l'alimentation des différentes tâches confiées à l'interface de communication homme-machine.

Ce module contient des données provenant des contrôleurs de processus et également des données internes à la station, créées et utilisées par les différentes tâches.

- Serveur de communication :

Le serveur de communication gère les échanges de données entre la station d'interface homme-machine et les contrôleurs de processus.

- Tâche graphique :

Cette tâche assure l'affichage des vues sur l'écran et la gestion des outils de saisie (clavier, boule, souris...).

Cette tâche caractérisée par une possibilité d'animation et d'affichage des dessins. Grâce à cette fonctionnalité, les utilisateurs jugent la fiabilité et l'efficacité de l'interface opérateur.

- Tâche alarme

L'affichage des vues des alarmes est très important pour alerter les utilisateurs. Cette tâche prépare les données qui permettront à la tâche graphique d'afficher les différentes vues d'alarmes, et à la tâche historique d'archiver les alarmes.

- Tâche historique

Cette tâche est chargée d'archiver, sur événements, les alarmes, changements d'état et commandes opérateur, et, à des périodes configurables, les mesures analogiques.

- Tâche journaux/bilan :

Cette tâche a pour mission d'éditer, sur demande ou à des dates configurables, des journaux de bord et bilans d'exploitation. L'édition peut être imprimée ou peut s'afficher sur écran.

- Tâche calcul

Cette tâche permet, à l'aide d'un langage d'accès facile (en général voisin du langage

BASIC), d'effectuer des traitements mathématiques et logiques sur les variables de la base données temps réel.

- Taches SPC/SQC (Statistical Process Control/Statistical Quality Control)

À partir de calculs statistiques sur des variables du procédé (moyenne, écart-type...) cette tâche élabore des indicateurs de rendement et de qualité qui pourront être exploités pour l'optimisation du procédé.

- Tâche utilisateur

Dans l'interface de communication homme-machine, l'utilisateur peut ajouter des fonctions supplémentaires (exemple : contrôle avancé, optimisation, système expert. Ces fonctions sont généralement programmées en langage C.

- Base de données de configuration et d'archives

Cette base de données contient toutes les informations qui personnalisent la station d'interface homme-machine à un procédé particulier :

- Configuration du réseau de communication.

- Contenu de la base de données temps réel.

- Liste et contenu des vues synoptiques, tendances.

- Liste et attributs des variables surveillées par la tâche alarme.

- Liste et attributs des variables à archiver.

- Contenu et format des journaux et bilans.

- Configuration de la tâche calcul.

- Configuration de la tâche SPC/SQC.

VI.3 Réseau de communication numérique.

Pour assurer la communication entre le niveau de supervision et celui de commande d'un DCS c'est-à-dire entre les contrôleurs et les postes opérateurs plusieurs réseaux de communication sont instaurés, et ces réseaux diffèrent d'un DCS à un autre.

VI.4 L'outil de configuration d'un DCS.

Cet outil a pour but de traduire la description fonctionnelle du processus du DCS sous la forme de :

- La configuration matérielle et logicielle des contrôleurs de processus.
- La configuration matérielle et logicielle des stations d'interface homme/machine.

Il est généralement installé sur une des stations HMI qui porte alors le nom de « poste ingénieur ».

Ce poste ingénieur a pour but de stocker l'ensemble de la configuration du DCS et assure la cohérence de la base de données de configuration. Il permet le téléchargement des contrôleurs de processus et des stations d'interface homme-machine, il génère la documentation de l'application.

VII. Conclusion

Au cours de ce chapitre nous avons présenté le système de contrôle distribué, ses caractéristiques, son avantage et son architecture afin de bien comprendre son fonctionnement.

Cela pour le but d'avoir une idée d'ensemble sur la manière dont ce système agit sur le processus sur lequel il est implémenté.

Chapitre 3

Présentation du four (100-F-501)

I. Introduction

Dans ce chapitre nous allons décrire le four (100-F-501). Nous nous intéressons à la description du champ concerné par notre étude qui, nous le rappelons, est constitué du four (100-F-501) du circuit de préchauffe du brut (U100) et des éléments qui interagissent dans le flux opérationnel que nous allons décrire. Nous aborderons également la description du système de commande et de contrôle installé.

Figure III.1 : Four de l'unité 100 (F-501)

II. Four 100-F-501.

Dimension du four (100-F-501) :

- Hauteur totale du four : 63m
- Hauteur du corps : 26.8m
- Largeur : 13m
- Longueur : 20m

Le Four (100-F-501) est principalement composé de trois (3) blocs, ces blocs sont considérés en :

- Double chambre de rayonnement Nord et Sud, la partie inférieure avec des tubes serpentins horizontaux.
- Une chambre de convection se trouve dans la partie supérieure du four.
- Les fondations qui sont le bas du four, où se trouve :
    1. Des brûleurs installés en verticale.
    2. Des caissons pour le passage du comburant (air)

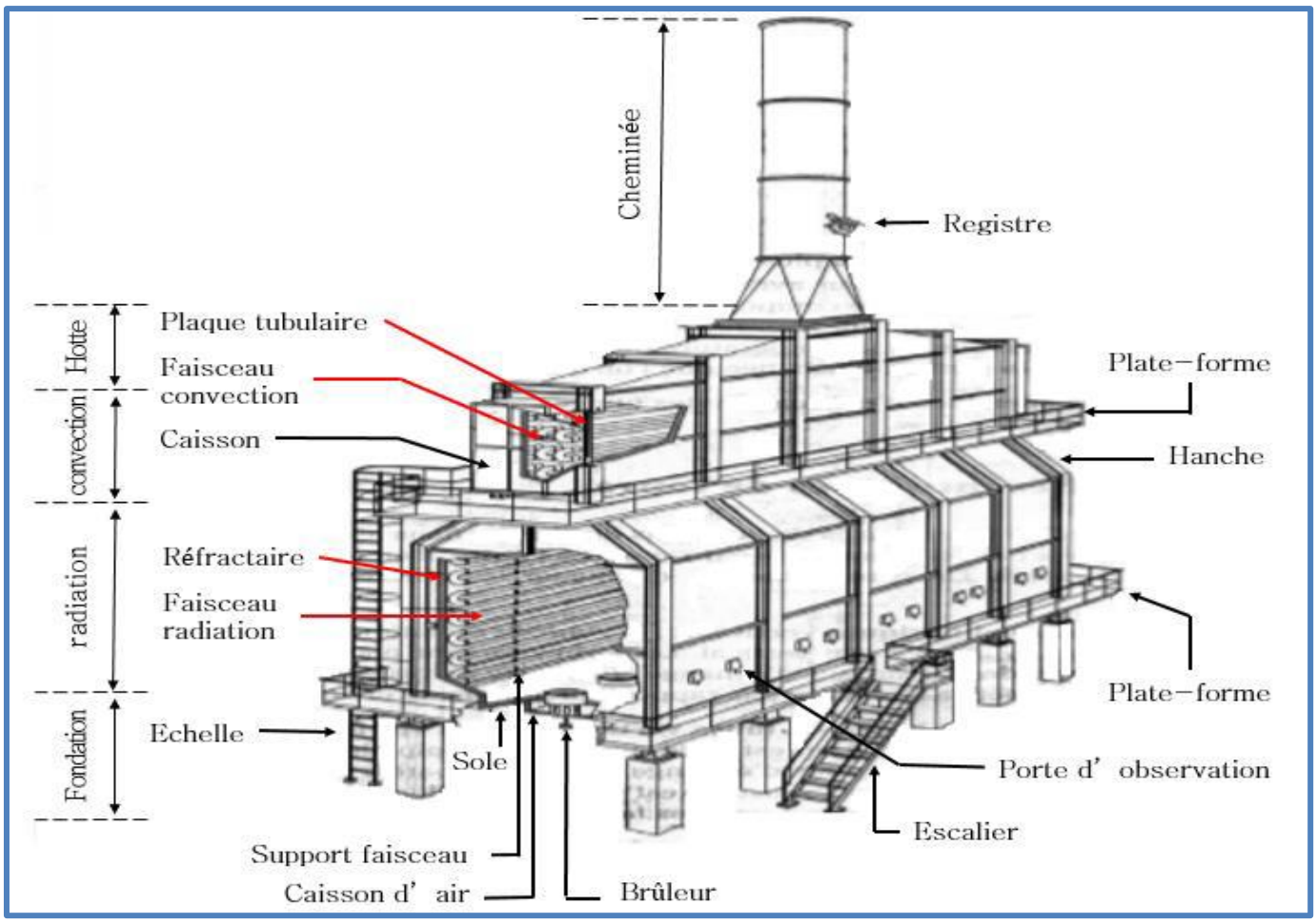


Figure III. 2 : Schéma du four F-501

II.1 Montage d'un tube de four

C'est dans la chambre de rayonnement ou sont situé les tubes. Ces tubes sont installés de manière horizontale le long de la paroi du four, le nombre de tube est de 96 tubes, 24 tubes de chaque cotés.

Figure III.3 : Un des passes du four non installé

II.2 Installation des brûleurs

Les brûleurs se trouvent aussi dans la chambre de rayonnement, installés de manière à ce que les flammes produites par la combustion du gaz et/ou du fuel avec l'air brûlent verticalement vers le haut.

Le four compte 18 brûleurs au total, soit 9 par chambre de rayonnement. [10]

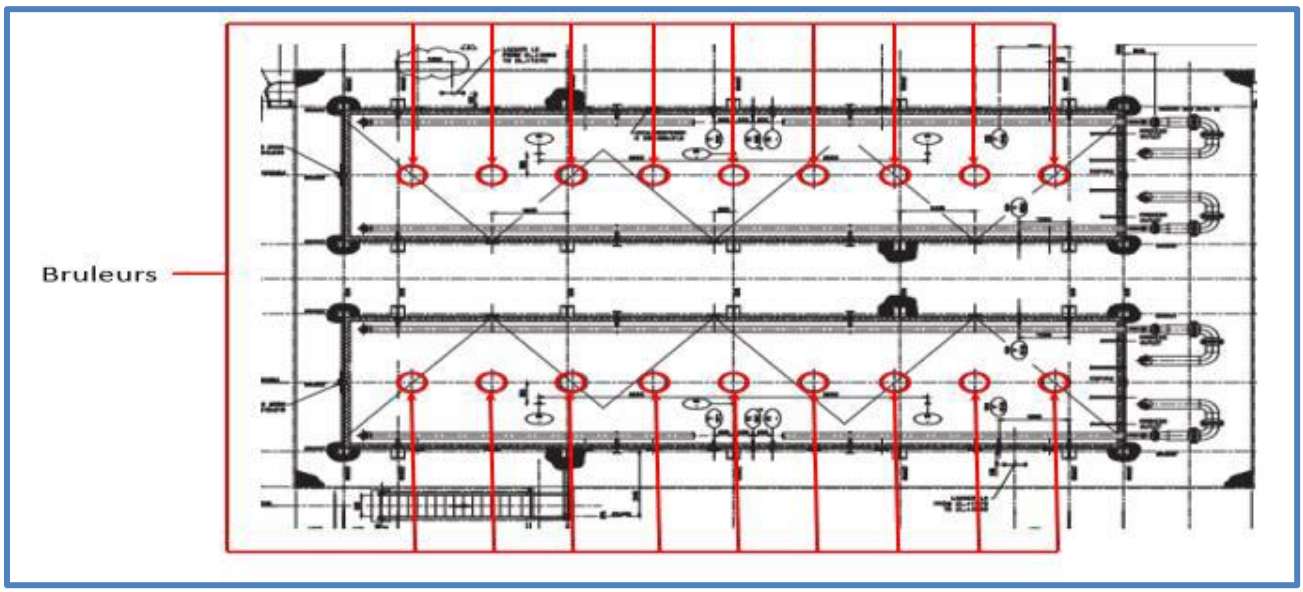


Figure III. 4 : Vue de dessus du four

II.3 Flux des matériaux

On trouve dans la partie supérieure de la chambre de convection du four « la vapeur surchauffée » et dans la partie inférieure "le pétrole brut". Le pétrole brut est divisé en 4 canaux, avant la chambre de convection, puis chauffé dans la chambre de rayonnement. [11]

II.4 Les passes

Dans le réchauffeur atmosphérique (100-F-501), le brut est chauffé et légèrement vaporisé, le réchauffeur est alimenté à partir de quatre (4) passes parallèles pour avoir une température de serpentin uniforme. Le contrôle de température est effectué par action sur une vanne de régulation de débit du fuel.

Chaque passe dispose d'un régulateur de débit et d'une coupure bas débit. Le régulateur de débit de chaque passe du réchauffeur est réinitialisé par le régulateur de débit total sur le flux d'entrée et est corrigé par la température en sortie de chaque passe. Le contrôle de débit du réchauffeur est conçu pour maintenir une répartition équilibrée des débits massiques dans chaque passe. [7]

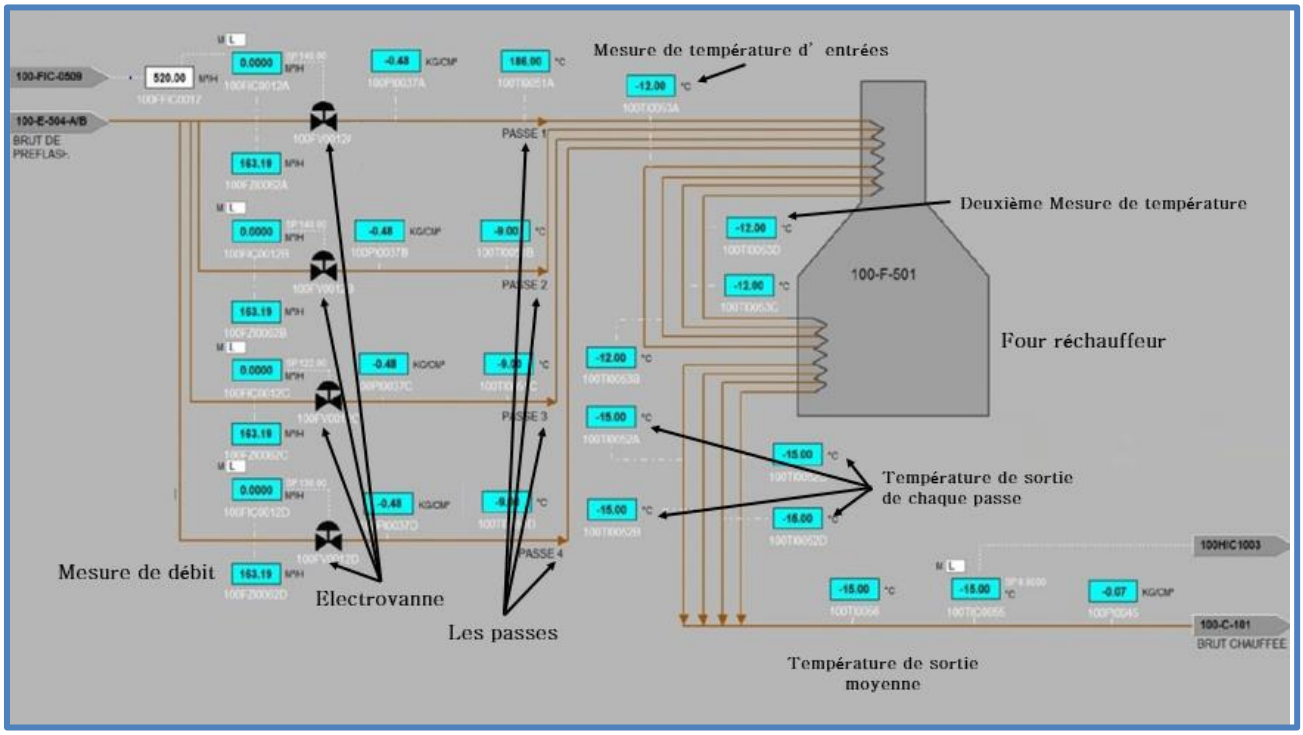


Figure III.5 : Diagramme des passes du four F-501

II.5 Variables de fonctionnement

Le four est un système non linéaire fortement complexe qui contient une multitude de grandeur physique qui influent l'une sur l'autre, c'est pour cela que nous allons développer ces grandeurs.

- Tirage [11]

Le tirage est la dépression d'air générée par la flottabilité des gaz chauds dans le four. La pression dans le four est négative car les gaz chauds sont moins denses que l'air extérieur. Ces gaz chauds pèsent sont moins lourd que l'air de refroidissement, c'est pourquoi qu'ils flottent dans le four. Cette flottabilité fait monter les gaz chauds hors de la cheminée, créant un léger vide dans la cheminée. Le vide attire l'air extérieur par les registres d'air.

Ce phénomène est appelé « dépression ». La différence entre la pression de l'air extérieur et celle de la zone de dépression est à l'origine du tirage. Ce dernier, dans le cas d'un réchauffeur type, est généralement mesuré à trois endroits :

- En bas de la chambre de combustion.
- Sous la section de convection.
- Sous le registre de la cheminée.

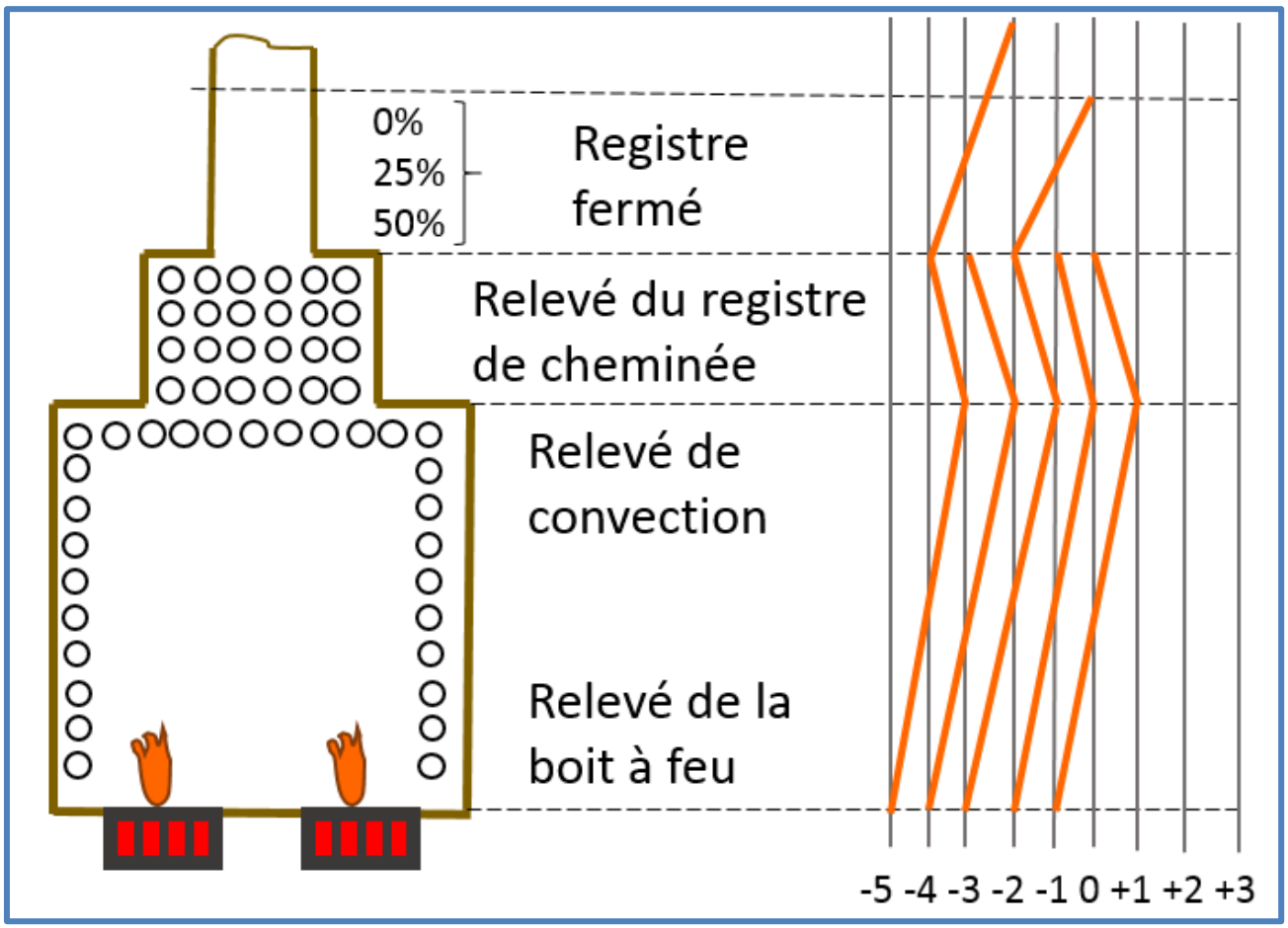


Figure III. 6 : Mesure de tirage

La dépression est minimale sous la section de convection. Cela est dû au fait que les tubes de la section de convection obstruent l'écoulement des gaz en se déplaçant vers le haut. Ainsi, cette résistance à l'écoulement peut entraîner un décalage de la pression dans la section de convection d'une valeur légèrement négative à une valeur légèrement positive.

Quand la pression devient positive, cela entraîne une perte de tirage. Sans tirage, la chaleur augmente juste sous l'arche et sous le toit du four, ce qui peut endommager la structure du four. Une perte de tirage signifie également que l'introduction de l'air dans le four est gênée, ce qui peut provoquer l'extinction des brûleurs.

Le tirage du four est généralement contrôlé en plaçant un registre dans la cheminée. L'ouverture du registre permet l'évacuation d'une plus grande quantité de gaz hors de la cheminée. Cela augmente le tirage dans tout le four. Lorsque le registre est fermé, le tirage diminue. Cette modification est mesurée comme une baisse de la dépression. Il est très important de maintenir le tirage adéquat pour le four. Un tirage trop faible peut endommager la structure métallique et éteindre les brûleurs.

- Excès d'air de combustion [11]

Le débit des fumées croît avec l'excès d'air aussi faible que possible, tout en veillant à obtenir une combustion complète, sans imbrûlés. On peut jouer sur ce facteur par un réglage correct de la combustion, encore que, même avec des brûleurs bien conçus, on ne puisse descendre en dessous d'une certaine limite car on risque d'avoir une combustion incomplète. Les inconvénients d'une telle combustion sont :

- D'abord la réduction du dégagement de chaleur par unité de poids de combustible brûlé, donc une réduction du rendement contraire à l'effet recherché.
- La formation de CO susceptible de se combiner à l'oxygène encore présent dans les fumées en dehors de la chambre de combustion (phénomène de postcombustion qui peut endommager le four)

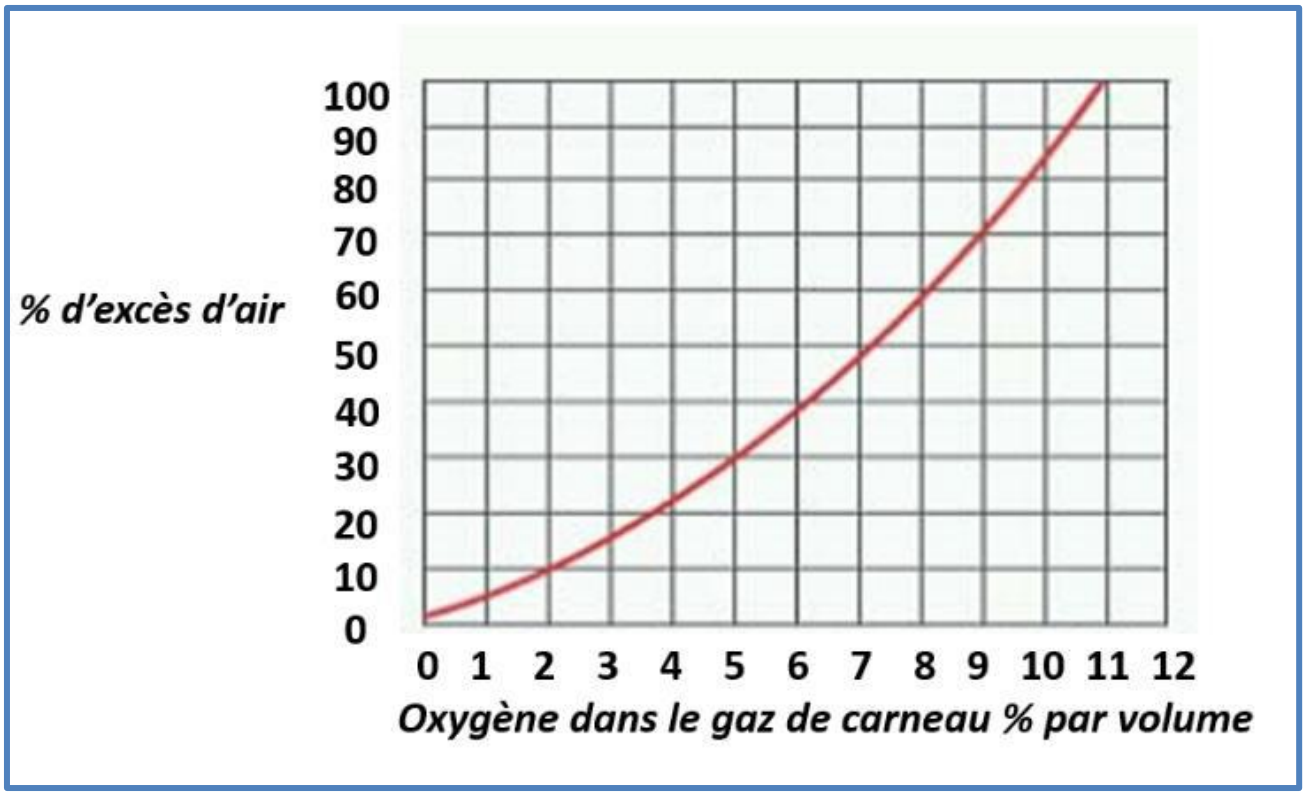


Figure III. 7 : Grille de comparaison entre l'excès d'oxygène et l'excès d'air.

-Température de sortie du produit [11]

La température de sortie du produit est la température du brut à sa sortie du four. La température désirée est utilisée pour surveiller la température de chaque passe. Si les écoulements des passes sont égaux et que le four brûle de façon régulière, les températures des passes doivent être à peu près les mêmes.

Cependant, les passes ne doivent pas être surchauffés, car cela augmente la production de coke qui est la décomposition chimique de la houille, une roche carbonée sédimentaire correspondant à une qualité spécifique de charbon (soit 80 à 90 % de charbon), par une augmentation importante de sa température pour obtenir d'autres produits (gaz et matière) qu'il ne contenait pas, dans un four à l'abri de l'air [12]. Les écoulements aux passes peuvent en général être réglés pour que chacune d'entre elles soit chauffée à une température à peu près identique. On peut détecter la surchauffe du four par analyse de la température de la cheminée.

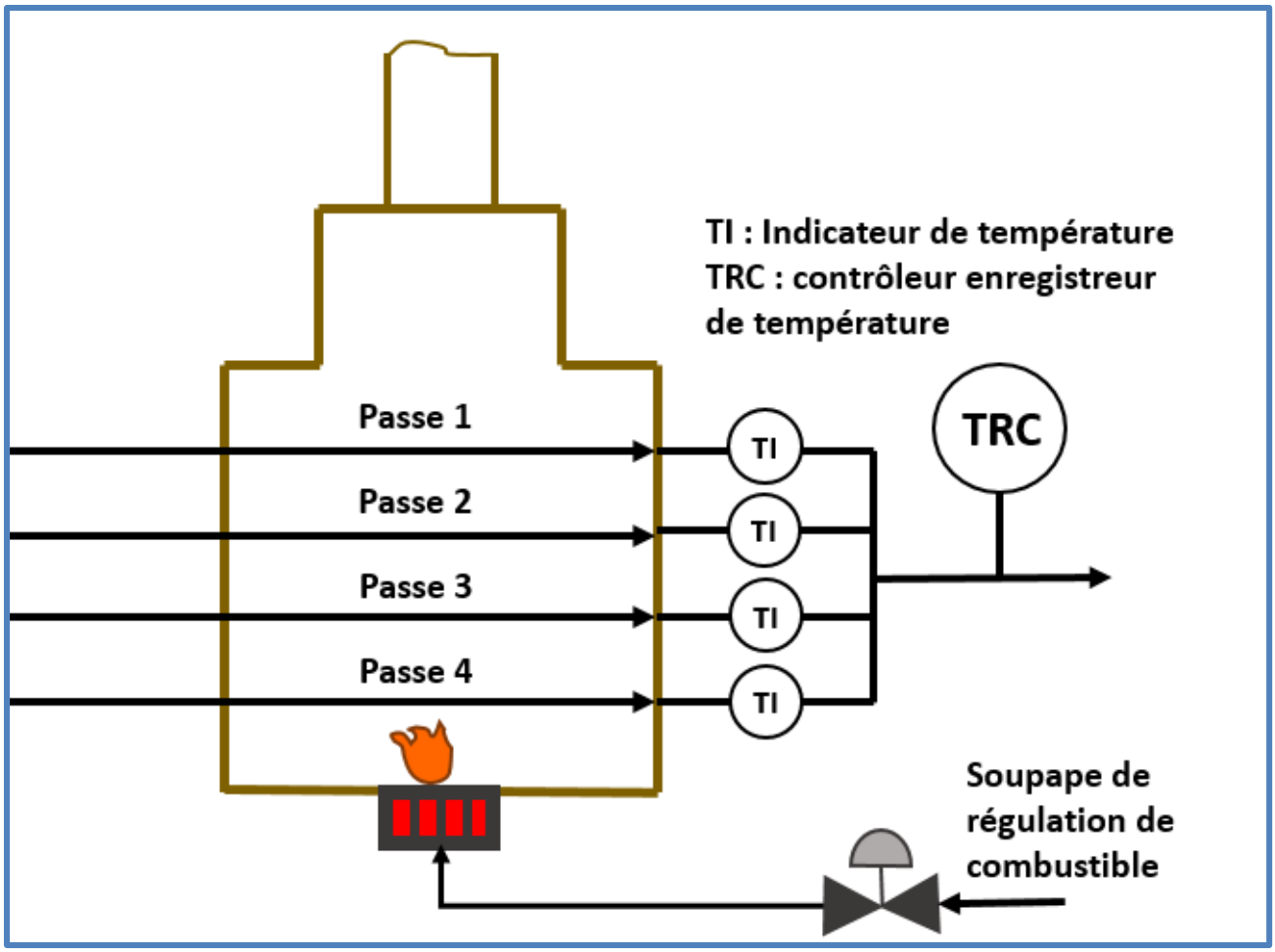


Figure III. 8 : Mesure de température

- Débits de traitement [11]

La régulation du débit du fluide du processus dans les passes d'un four a pour but d'assurer une répartition égale à 5% prés au maximum dans chacune des passes d'un four certains exploitants assurent cette répartition à l'aide d'une vanne à réglage manuel mais, dans la plupart des cas, ce réglage est assuré par un FIC (Flow Indicator Controller) monté sur chacune des passes. Ces dispositifs appelés « manifolds » équipent essentiellement des fours réchauffant des produits en phase mixte. Il faut préciser que le bureau d'études s'assure que la vaporisation ne débute pas dans la vanne de réglage par suite de la perte de charge à travers celle-ci [13]. La régulation de débit doit s'effectuer essentiellement sur la phase liquide dans chacune de ces soupapes qui doivent être placées de façon équivalente.

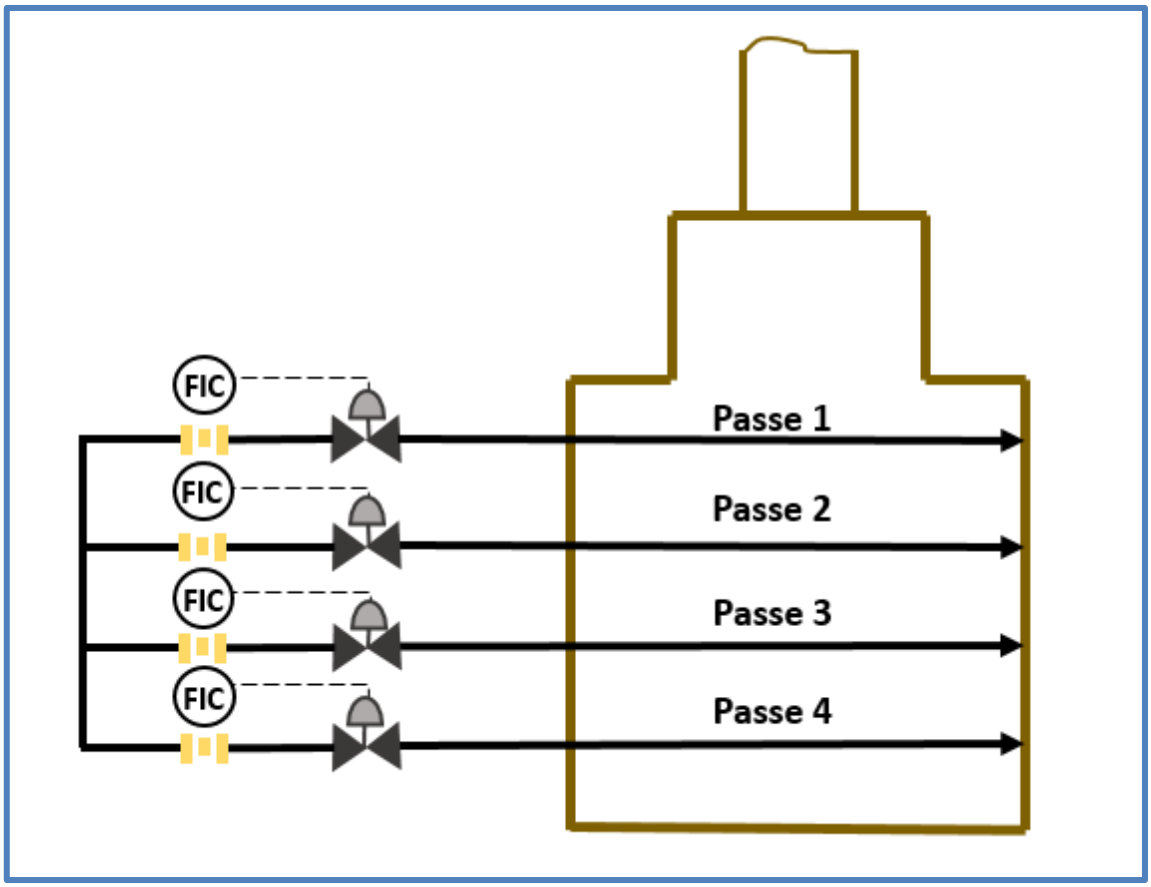


Figure III. 9 : Régulation de l'écoulement (débit)

Pour obtenir des positions de soupapes égales, il faut ajuster les régulateurs pour des écoulements équivalents. S'il devient nécessaire de modifier l'écoulement total dans le four, chaque régulateur doit être à nouveau réglé afin de maintenir des écoulements égaux au niveau des passes. Le four est équipé aussi d'un régulateur de débit à impulsion ou polarisation (Remote) qui maintient automatiquement l'équilibre entre les passes en cas de modification de la charge de traitement.

Parfois, une distribution irrégulière de la chaleur dans le four peut causer la surchauffe d'une passe, même quand les écoulements des passes sont égaux. Cela provoquera la perte d'une partie de la chaleur. Toutefois, dans ce qu'il faut c'est de maintenir les passes équilibrées.

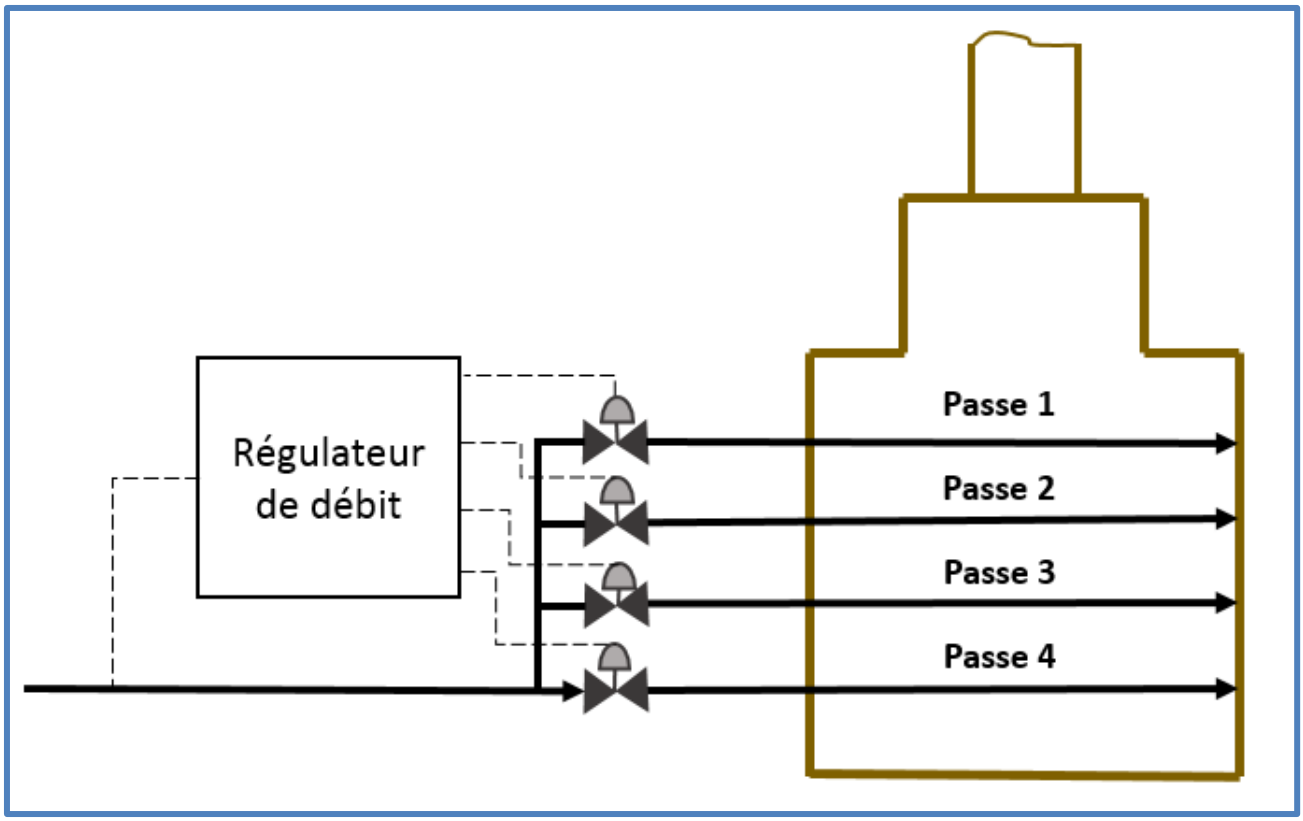


Figure III. 10 : Régulation de débit à impulsion

- Écoulement de combustible [11]

L'écoulement de combustible vers les brûleurs est généralement contrôlé par la température de sortie du produit. La température de sortie du produit est surveillée par un contrôleur enregistreur de température, cela permet à une plus grande quantité de combustible de s'écouler vers les brûleurs, ce qui augmente la température de sortie du produit. Si la température de sortie dépasse la fourchette désirée, le contrôleur diminue l'écoulement de combustible.

Figure III. 11 : Contrôle de l'écoulement du combustible

Lorsque la quantité de combustible arrivant aux brûleurs est modifiée de façon significative, l'alimentation en air est réglée pour garantir une combustion sûre et efficace. Afin de s'assurer qu'il y a suffisamment d'oxygène pour supporter la combustion, l'alimentation en air doit être augmentée avant l'augmentation du combustible. Si le combustible est augmenté en premier, il est possible qu'il n'y ait pas suffisamment d'oxygène pour brûler le combustible

supplémentaire. Quand l'alimentation des brûleurs en combustible est diminuée, la diminution d'alimentation en air est systématique, dans ce cas il faut commencer par la diminution de combustible avant l'air.

- Boîtes de retour [11]

Une boîte de retour est une protection pour les raccords de fin de tube hors du carter principal du four. Si une boite de retour s'échappe de la fumée, cela peut indiquer une fuite et un incendie.

Une cheminée enfumée ou une température trop élevée dans une cheminée sont d'autres symptômes courants d'un incendie dans une boîte de retour. Elles sont généralement équipées de connexions de vapeur d'étouffement. Elles permettent d'éteindre les incendies en ajoutant de la vapeur dans la boîte de retour. Il est dangereux d'ouvrir une boîte de retour qui fuit pendant le fonctionnement du four, cela peut provoquer une inflammation instantanée et occasionner des blessures.

- Pilotes [11]

Pour éviter toute accumulation de gaz dans le four, les pilotes doivent être allumés pendant que les brûleurs fonctionnent. Les pilotes peuvent être vérifiés visuellement depuis l'extérieur du four. Si un pilote ne brûle pas, il doit être vérifié et réparé. Le problème est souvent causé par le branchement d'une conduite d'alimentation en combustible.

- Brûleurs et formes de flammes [11]

Les brûleurs fonctionnent correctement en visualisant la forme de leurs flammes. Ces dernières ne doivent jamais impacter les tubes où le contact de la flamme avec les tubes provoquant les chocs de flammes qui entrainent à leurs tour le cokage, et si la situation n'est pas corrigée, cela peut provoquer la rupture du tube après avoir été surchauffé.

Formes de flamme normales et anormales pour les brûleurs à combustible liquide et à gaz :

1. La forme de flamme correcte pour un brûleur à gaz est compacte et bleue.
2. Une flamme de pétrole longue dégageant de la fumée est causée par une combustion insuffisante ou par une atomisation de vapeur insuffisante. La fumée est signe d'une combustion incomplète et d'une perte de combustible.
3. Une flamme fuligineuse rougeoyante indique qu'il n'y a pas suffisamment d'air pour brûler tout le combustible.
4. Une petite flamme blanche et éblouissante est causée par un excès d'oxygène trop important ou par une atomisation de vapeur trop importante.

5. Une flamme mince oscillante peut également être causée par une atomisation de vapeur trop importante. Des étincelles dans la flamme peuvent être causées par un bec de brûleur encrassé, par de la vapeur humide, ou par la présence de matières solides ou d'eau dans le combustible.
6. Une longue ou courte flamme de gaz est souvent causée par une mauvaise distribution de l'air de combustion.

Cela peut être corrigé en augmentant la pression du combustible. Toutefois, une pression de gaz trop importante peut entraîner l'envol de la flamme hors du brûleur.

Il est important de surveiller et corriger les formes de flammes anormales car elles occasionnent une libération de chaleur irrégulière dans la chambre de combustion. Cela entraîne une distribution irrégulière de la chaleur dans le flux de procédé.

III. Automate programmable Foxboro DCS

Le système de contrôle distribué « I/A Series » de Foxboro permet d'améliorer de façon quantifiable l'exploitation, les performances et l'utilisation des équipements sur l'ensemble du site de production. Composant essentiel de « InFusion » Enterprise Control System, le système I/A Series offre le plus large éventail de fonctionnalités afin d'optimiser les performances des opérateurs, techniciens et agents de maintenance. Tout en optimisant la productivité, et optimise l'exploitation en temps réel, ainsi que la marge bénéficiaire. Le système IAS bénéficie en permanence des dernières technologies, tout en préservant la compatibilité avec les versions précédentes. Cela facilite les mises à niveau, réduisant de façon significative le coût total de possession, et garantissant la compétitivité dans l'environnement industriel actuel.

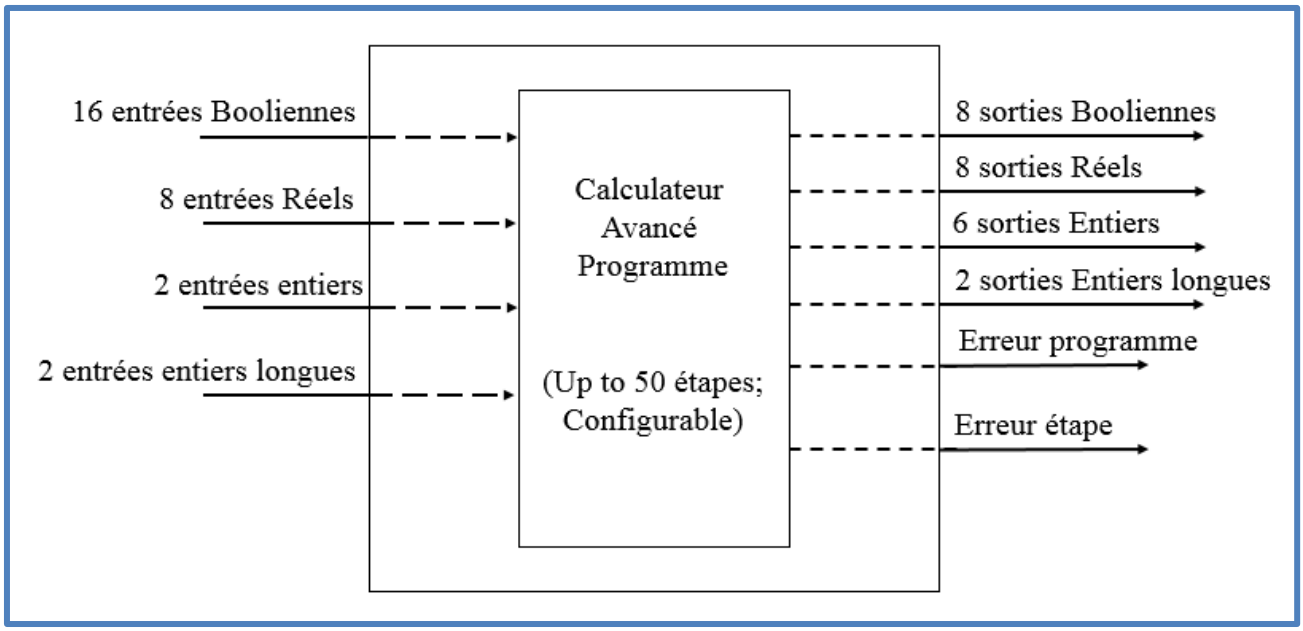


Figure III.12 Diagramme d'E / S de bloc CALCA

La gamme I/A Series est très riche de blocs de contrôle dédié à plusieurs tâches et fonctionnalité, néanmoins dans le cadre de notre projet, on a uniquement manipulé et compris le fonctionnement de deux blocks principalement pour la régulation du four « 100-F-501 » qui sont le bloc CALCA et bloc PIDA et en plus d'un switcher qui s'occupe de la transition entre les différents modes de régulation pour chaque passe.

La liaison entre le calculateur (Automate) et le procédé se fait par le bais des actionneurs déjà mentionné dans les sections précédentes, et les capteurs qui sont indispensable dans une telle industrie (capteur débit, pression, température, catalyseur d'air, etc.). Par la suite les informations sur l'état du système ou la commande injectée par le contrôleur circule par le biais de câble de communication (Profibus, Ethernet, Modebus, etc.).

Afin d'assurer une acquisition ou une transmission de la bonne donnée, on utilise deux blocs d'interface de control distribué (DCI), Ces blocs prennent en charge la connectivité de la station de contrôle de la série I/A à divers périphériques résidents de bus via une interface générique.

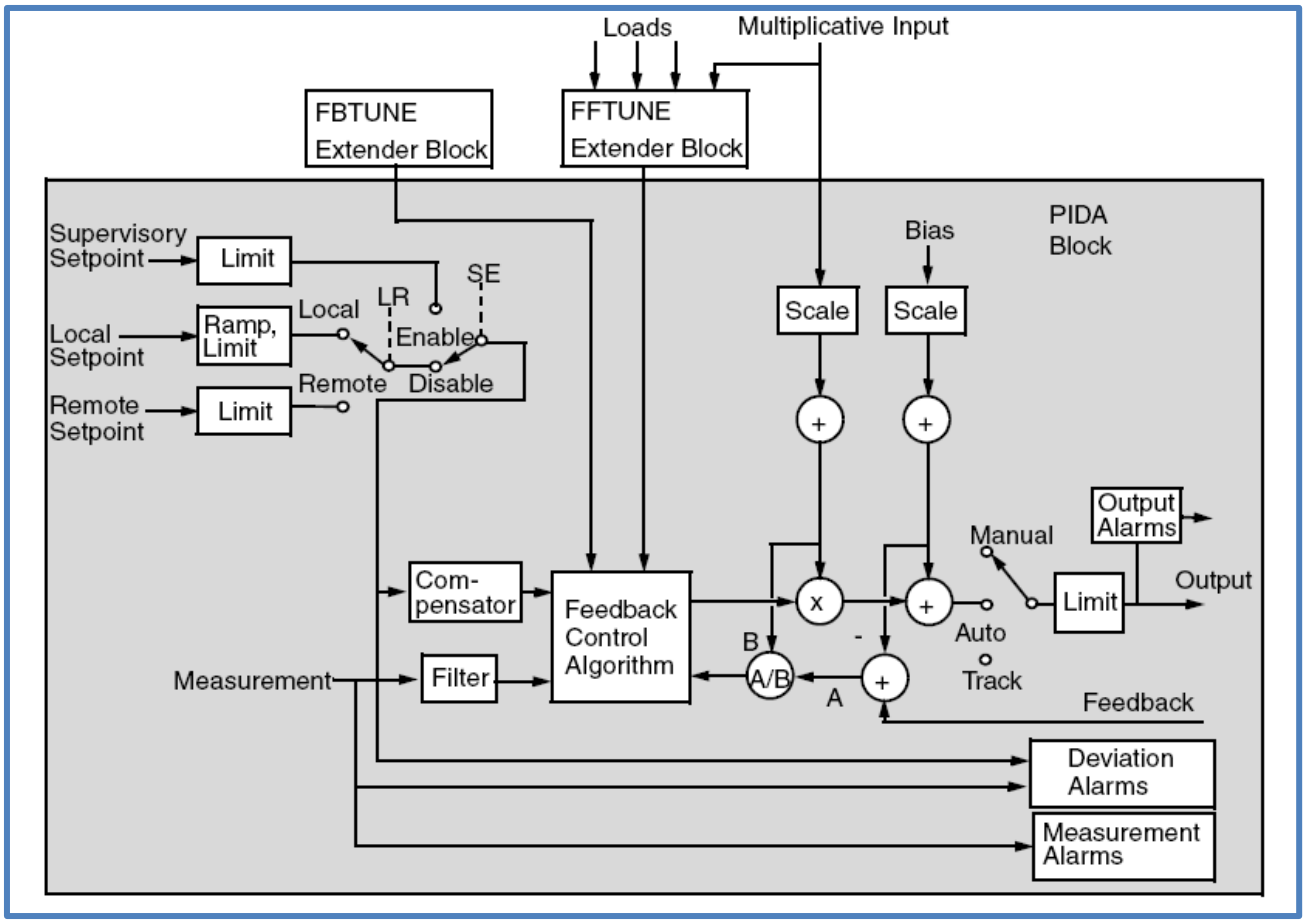


Figure III.13 Diagramme fonctionnel PIDA bloc

IV. Conclusion

Ce chapitre nous a offert une vue d'ensemble sur le four (100-F-501), qui est notre objet d'implémentation, ainsi que son système de fonctionnement, afin de connaitre les paramètres qui interagissent entre eux tout au long du processus.

Cela pour avoir une idée sur la forme et le contenu que portera notre programme.

Chapitre 4

Solution proposée

I. Introduction

Au cours de ce chapitre nous allons aborder la démarche proposée, l'expliquer ainsi que discuter ses résultats.

Afin d'assurer une température commune à travers les quatre (04) passes nous avons opté pour contrôler le débit de chaque passe puis établie une simulation sous Matlab Script.

II. Système actuel

Dans le système actuel la régulation de température se fait en calculant la température moyenne des quatre passes, en fonction de la valeur calculée un régulateur va commander la vanne de régulation du combustible (gaz généralement) afin d'avoir une température moyenne désirée qui est à 350°C, l'inconvénient dans le fonctionnement du système actuel est que la température moyenne est régulée mais des variations de température peuvent changée dans chaque passe séparément sans pouvoir ni information ni contrôle ce qui peut engendrer des dégâts en cas de température très élevée dépassant les limites de fonctionnement.

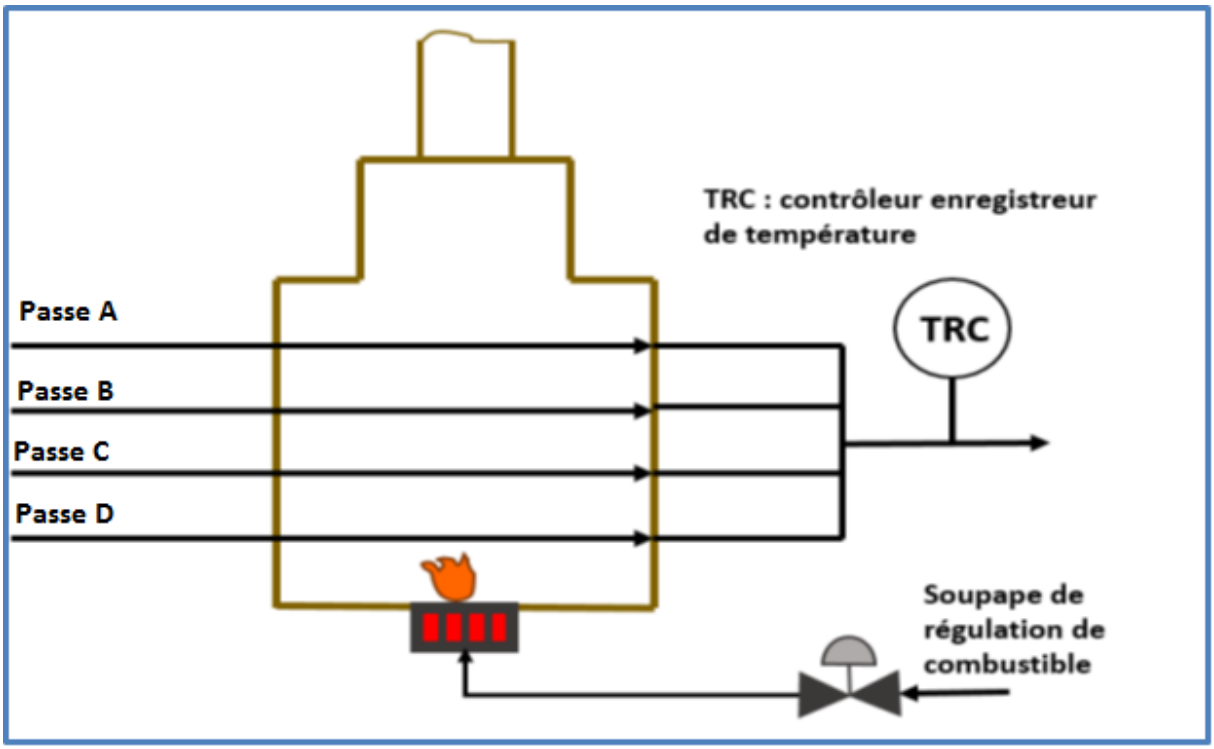


Figure IV.1 Schéma des quatre passes et leur contrôleur

La figure IV.1 illustre le fonctionnement actuel de la régulation de température à l'intérieur du four. On voit bien que le contrôle se fait par un seul régulateur.

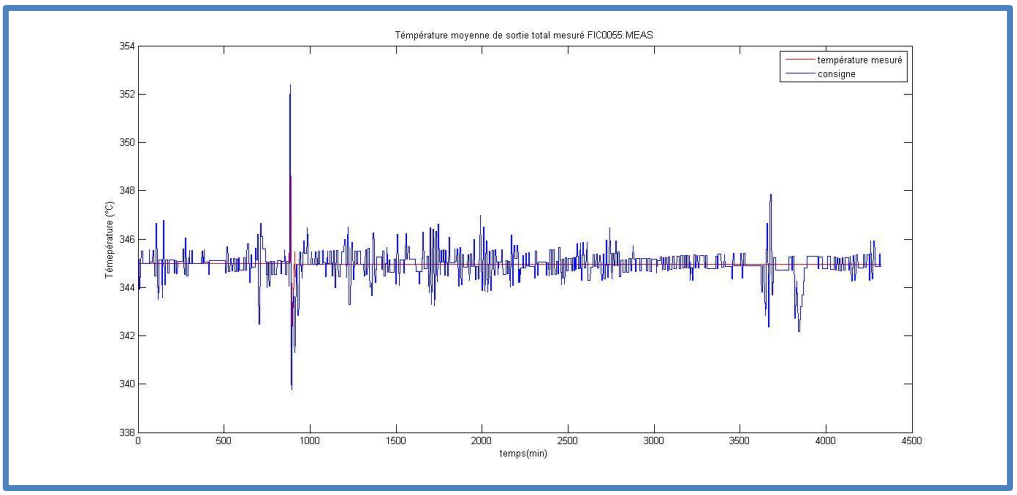


Figure IV.2 Mesure de température moyenne à la sortie du four

La figure IV.2 illustre la température moyenne de sortie des 4 passes qui se stabilise autour de 345°C grâce au régulateur qui opère selon la valeur de consigne.

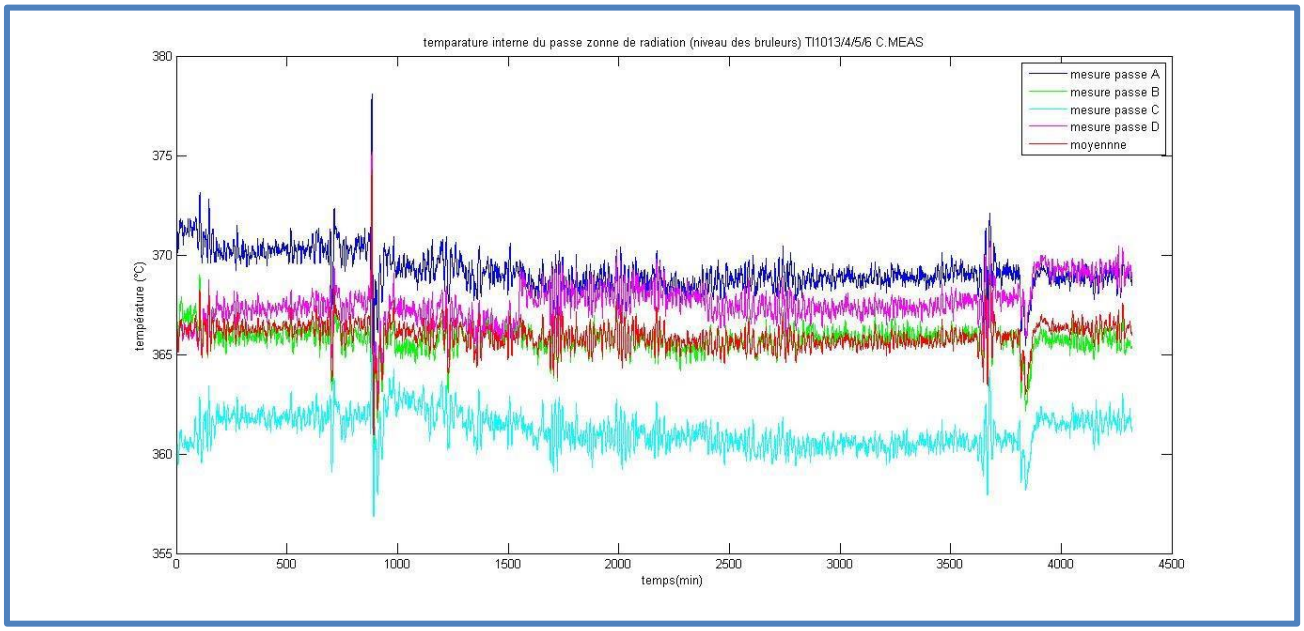


Figure IV.3 Mesure de température de sortie des quatre passes

La figure IV.3 montre un cas où la température moyenne est respectée à 350°C par rapport à la valeur de consigne sauf qu'on remarque des dépassements importants dans un passe qui peut atteindre 375°C. Ces dépassements risquent d'endommager les équipements de contrôle.

III. Proposition

Afin de mieux Contrôler les températures pour améliorer le système actuel, nous avons opté pour une régulation séparée pour chaque passe. Il est impossible de contrôler la soupape de régulation du combustible à partir des valeurs de température mesurée de chaque passe, cela créera des perturbations dues aux nombres des signaux entrants.

Pour pallier à cette difficulté nous proposons une solution dans laquelle chaque passe ait la capacité de réguler sa température avec son propre régulateur de manière indépendante et autonome par rapport aux autres passes de sorte que la moyenne des températures soit conforme à la température de consigne.

La régulation indépendante et autonome se fera par une variation du débit de chaque passe en fonction de sa température de sortie.

La fonction température/débit est régie par l'équation suivante :

$$P = Ct.\ d.\ \Delta T \qquad \textbf{Eq 4.1}$$

P : Puissance hydraulique (kW)

Ct : Capacité thermique (kWh/m³)

d : Débit (m³/h)

ΔT : Différence de température (Ts – Te) en °K.

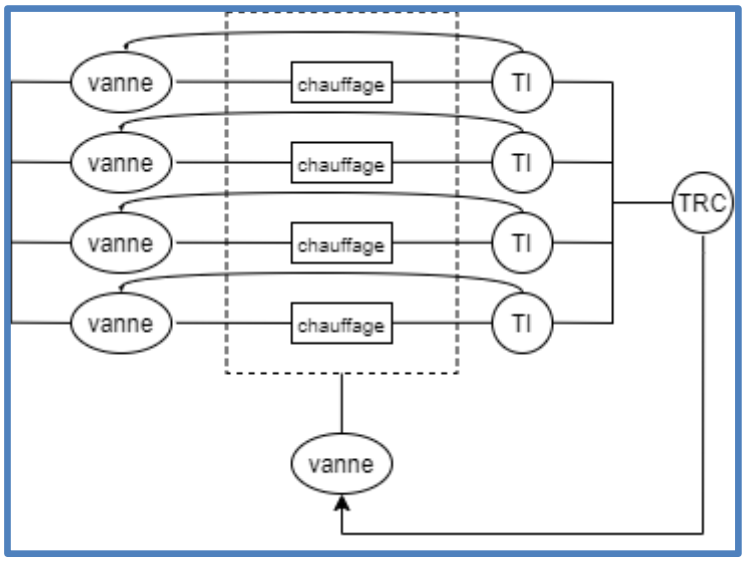


Figure IV.4 Schéma de contrôle de température de la solution proposée

IV. Simulation

La simulation de la solution proposée a été faite sous Matlab Script ou on a fait en sorte de réguler la température de chaque passe individuellement. Cette régulation se fait grâce à l'électrovanne qui contrôle le débit du gaz. La température de sortie sera la température des 4 passes et suivra la valeur de la température de consigne.

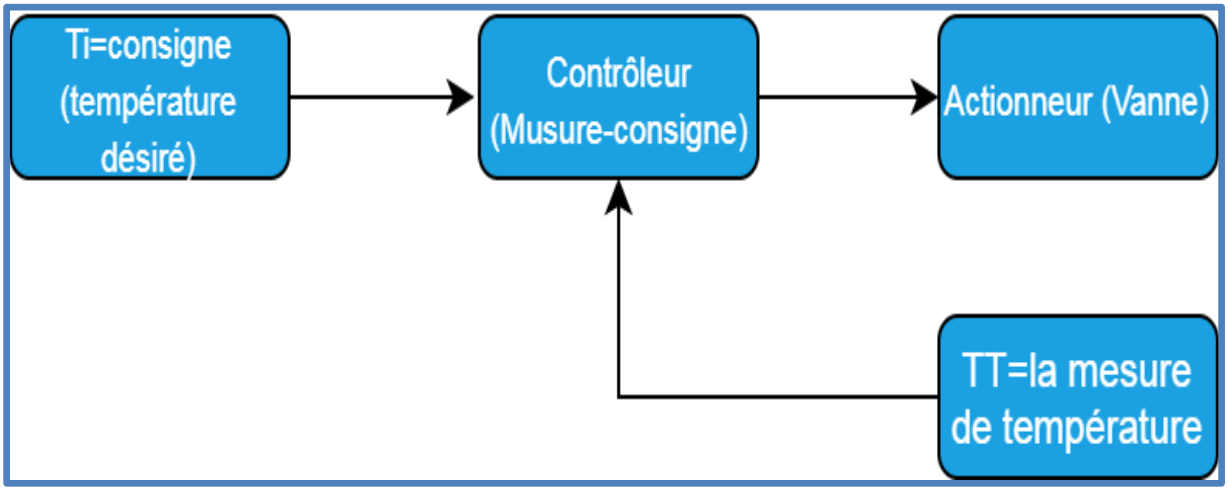


Figure IV.5 Schéma de régulation de température pour une seule passe

Une fois que le débit varie nous remarquons aussi une variation de température, cette variation est linéaire et cela est dû à la linéarité de l'équation appliquée.

V. Exemple d'application

Comme exemple retenu, on a considéré des valeurs réelles avec les données d'usinage mesurées au niveau de la raffinerie. Ces données sont comme suit :

- Débit initial pour les quatre passes Débit_I= 92 (m^3/h)
- Température d'entrée des quatre passes, Ti=50 (°C)
- Température de sortie de chaque passe

1. Passe A : 342(°C)
2. Passe B : 349(°C)
3. Passe C : 353(°C)
4. Passe D : 356(°C)

Comme on peut bien le remarquer la valeur moyenne des températures de sortie est conforme à la consigne qui est 350°C. On constate que malgré des légères différences de

température dans les passes, la moyenne reste autour de 350°C. Si on prend d'autres valeurs on risque d'avoir des écarts importants qui risquent d'endommager les équipements. Grâce à notre proposition nous pouvant éviter ces genres d'incidents. Les résultats de notre simulation sont donnés par Fig. IV.6 qui montre la variation du débit en fonction de la température pour chacun des passes.

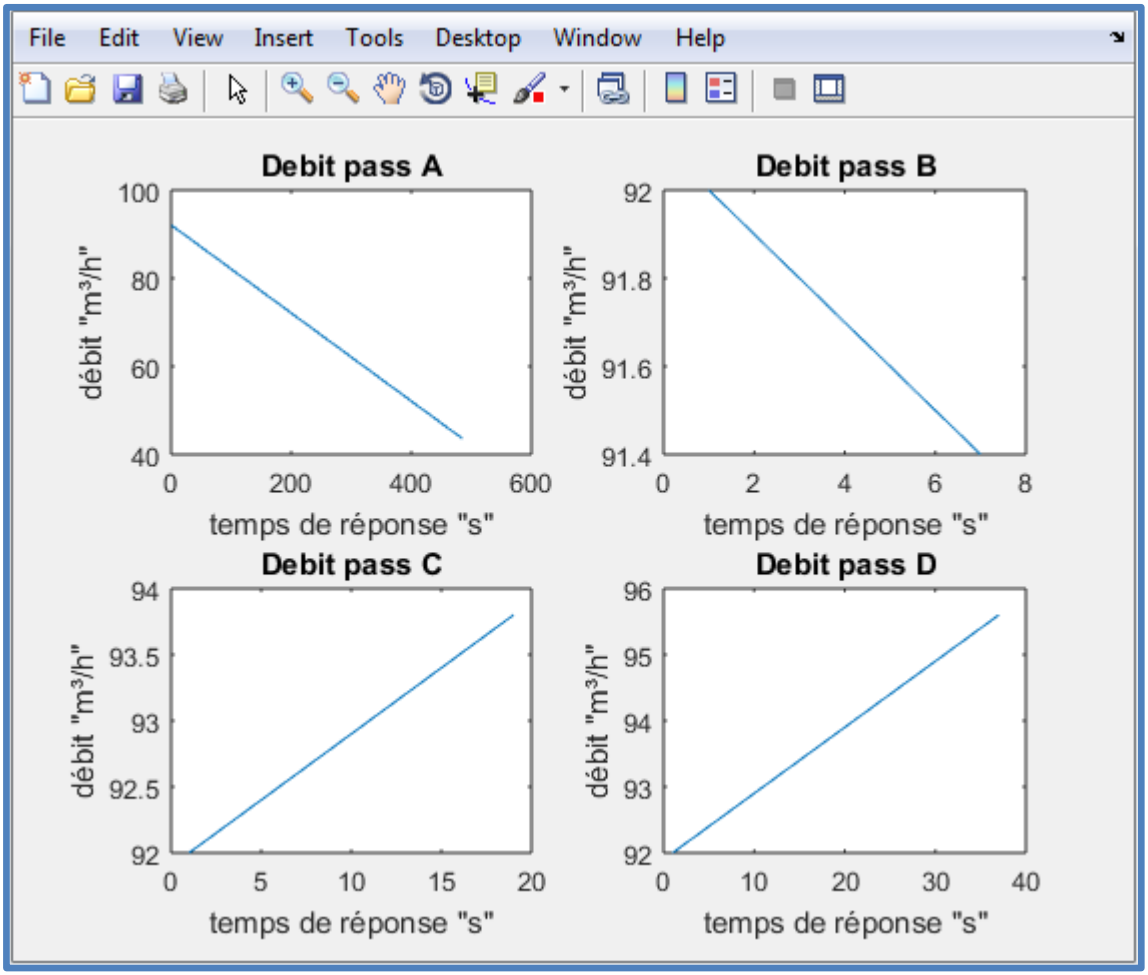


Figure IV.6 Evolution des débits

Figure IV.6 montre l'évolution des débits à partir de l'état initial. Le contrôle de la température se fera en fonction de la régulation de chacun des contrôleurs de passe pour atteindre la température de consigne. La stabilité de ce contrôle est montrée dans la Figure IV.7

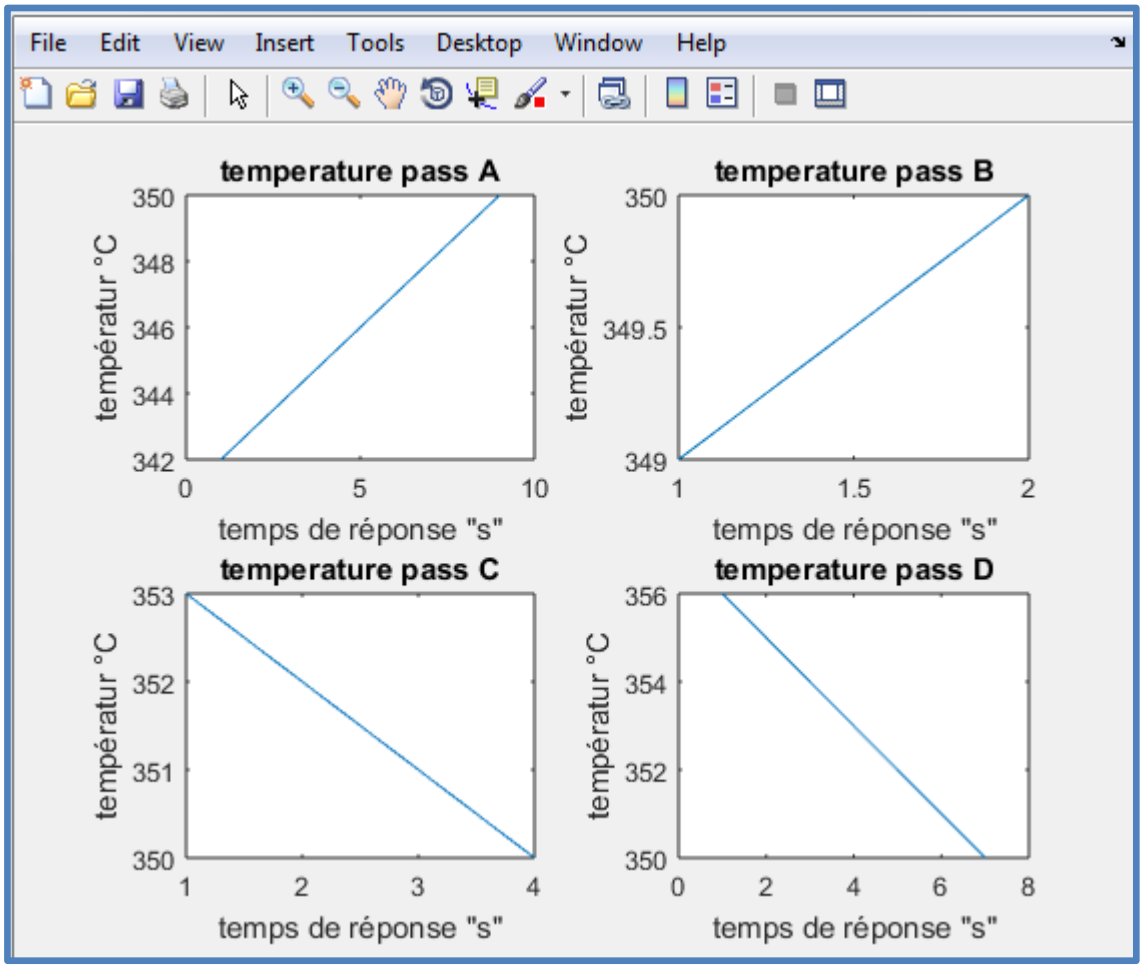


Figure IV.7 Evolution des températures régulées dans chaque passe

On peut voir que les températures des quatre passes varient différemment sans toutefois qu'il ait dépassement durant leur évolution pour atteindre la valeur de la température de consigne qui est de 350°C.

VI. Conclusion

A partir des deux figures (IV.6 et IV.7) on constate une similitude ainsi qu'une linéarité des évolutions de débit et de température.

Pour ce qui est de la similitude elle est dû au fait que l'évolution de la température dépend de celle du débit pour les passes A, B, C et D.

Tandis que la linéarité est causée par le fait que l'Eq.4.1 est linéaire.

Conclusion générale

L'objectif principal de notre travail est de réguler les vannes de débit du brut dans les quatre passes du four de raffinage (100-F-501) à partir de la température de sortie. Après avoir défini les notions principales sur le raffinage, le type de four et les paramètres nécessaires pour son fonctionnement. Après nous avons relevé tous les paramètres liés au four 100-F-501 et expliqué son fonctionnement, ainsi que le système de contrôle qui l'accompagne.

Nous avons développé et implémenté l'algorithme de régulation sous l'environnement MATLAB et simulé le comportement du système en le comparant avec le système réel. Les résultats de la comparaison nous ont conduits à améliorer le comportement du système étudié face à des perturbations non prises en compte par le système réel.

Enfin, comme perceptive du travail accompli, nous proposant une approche d'amélioration optimale de cette régulation en prenant en compte d'autres paramètres d'analyse. Et aussi une implémentation d'une loi de commande basée sur un modèle mathématique du processus global tenant compte des perturbations externes, pour aboutir à un fonctionnement robuste et précis.

Bibliographie

[1] : Mount Nasseredine « simulation et optimisation des paramètres technologies de I unité de fractionnement des GPL à 1 laoud Berkaoui », mémoire de magister en génie des procédés, option Technologie des hydrocarbures, université M'Hamed Bougara Boumerde année 2012/2013.

[2] : Manuel opératoire de la raffinerie d'Alger, département de production, (1 janvier 2006).

[3]: Production des Essences sans plomb Post-Réhabilitation des raffineries en Algérie ,1963.

[4] : Documentation de la raffinerie d'Alger, « Manuel opératoire carburant, unité de reforming catalytique », 1963.

[5] Documentation de la raffinerie d'Alger, « Manuel opératoire, GPL ».1963

[6] Documentation de la raffinerie d'Alger, « Manuel opératoire stockage, mélange et expédition », 1963.

[7] Etude de vérification des paramètres de fonctionnements de la Colonne C302 de l'unité Gas-plant de la raffinerie d'Alger, A. Mebarki, Master II : Génie des procédés, *Université M'Hamed BOUGARA Boumerdes*

[8] : Exploitation et Entretien des Fours, DANG XINGPENG, PROGAMME DE FORMATION DU PROJET ARRA, 18. ARRA-FURNACE_FR

[9] ÉQUIPEMENT RÉCHAUFFEURS ET FOURS, TOTAL, MANUEL DE FORMATION, COURS : EXP-PR-EQ110 Révision 0.1, Dernière révision : 08/06/2007

[10]. Raffinage & pétrochimie, support de cours, S. A. Aouanouk, Transfert de chaleur et développement durable (TCD2), Laboratoire des phénomènes de transfert (LPDT), USTHB

[11]. Process Control : A Practical Approach, Myke King © 2011 John Wiley & Sons Ltd. ISBN : 978-0-470-97587-9

[12]. Exploitation et Entretien des Fours, DANG XINGPENG, PROGAMME DE FORMATION DU PROJET ARRA, 18. ARRA-FURNACE_FR.

[13]. Fours de raffinerie, Razika Sergou, Academia.edu, https://cutt.ly/Mtz39zl.