Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université KASDI Merbah Ouargla

Institut de Technologie

Département : Génie Appliquée

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention d'une Licence Professionnelle

Domaine : Science et Technologie

Filière : hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Hygiène, Sécurité et Environnement

Théme :

Analyse de risque : L'application du étude hazop du four 480 –FA-41-101 PROD-Gassi touil Ouargla

Préparée Par :

Ahfouda mohammed abd alhadi

Ben attalah houdaifa

Dahmani basma

Encadré par :

Toumi djaafar

Année Universitaire : 2025/2026

Sommaire

Remerciement 5

Dédicace 6

Liste D'abréviation 7

Résumé 8

Introduction 9

CHAPITRE I : Présentation de la Direction Régionale de Gassi Touil 10

1 Situation géographique 11

2 Historique du champ Gassi Touil 12

3 Les structure de la Direction GTL 14

CHAPITRE II : Présentation de l'Unité de traitement de Gaz (CPF) & Présentation De la Méthde HAZOP 25

1 Centre de traitement de gaz 26

1.1 Unité d'admission G01 26

1.2 Unité de boosting G05 28

1.3 Unité de récupération de GPL G11 29

1.4 Unité de compression de gaz résiduel G50 32

1.5 Unité de stabilisation de condensât/débutanisassions P10 34

1.6 Unité de stockage de GPL et de condensât 35

1.7 Comptage de gaz et canalisation d'expédition 36V et 16V 35

1.8 Utilités 36

1.8.1 Système de gaz combustible (410) 36

1.8.2 Système d'huile chaude (480) 36

1.8.3 Système eau utilités / eau potable (4A0/4P0) 37

1.8.4 Système de traitement des eaux usées / système de drainage à ciel ouvert/ bassin d'évaporation 37

1.8.5 Système eaux sanitaires (460) 38

1.8.6 Système air instrument et air service / Système gaz inerte N_2 (420/430) 38

1.8.7 Système carburant diésel (440) 39

1.8.8 Générateurs diésel de secours (6P0/BID) 39

1.9 La zone de torchage 39

2 Méthodes d'analyses des risques 42

2.1 La méthode HAZOP 42

2.1.1 Historique sur HAZOP et domaine d'application **42**
2.1.2 Principe de la méthode **42**
2.1.3 Déroulement **43**
2.1.4 Usage **45**
CHAPITRE III : Etude de cas : Etude HAZOP sur le four 480_FA_41_101 ..... **46**
1. L'historique du four à huile chaude **47**
2. Description du Four **47**
3. DEFINITION DES TERMES **49**
3.1 Alimentation du procédé **49**
3.2 Section radiante **49**
3.3 Section à convection **49**
3.4 Température au mur d'autel **49**
3.5 Tirage **50**
3.6 Excès d'air **50**
3.7 Rendement **50**
3.8 Pouvoir calorifique inférieur (PCI) **50**
3.9 Pouvoir calorifique supérieur (PCS) **50**
4 INSPECTION ET PREPARATION AVANT LE DEMARRAGE INITIAL **50**
4.1 Brûleurs **51**
4.2 Instrumentation **51**
4.3 Portes et registres **51**
4.4 Structure **51**
4.5 Tubes du réchauffeur et collecteurs **51**
5 SECHAGE INITIAL DU RECHAUFFEUR **52**
5.1 Généralités **52**
5.2 Courbe de chauffe pour le séchage du réchauffeur **52**
5.3 Procédure de séchage **52**
5.4 Inspection après le Séchage **53**
6 UTILISATION GENERALE DU RECHAUFFEUR **54**
6.1 Brûleur **54**
6.2 Excès d'air **54**
6.3 Contrôle du tirage **55**
6.4 Post-combustion **55**
7 OPERATIONS DE DEMARRAGE DU RECHAUFFEUR **55**

8 ARRET DU RECHAUFFEUR **56**
8.1 Arrêt normal **56**
8.2 Arrêt d'urgence **56**
9 ETUDE HAZOP DU FOUR 480_FA _41_101 ..... **58**
9.1 Interprétation et Commentaires **62**
Conclusion Générale **63**

Liste du figure :

Figure I.1 : Situation Géografique de La région Gassi Touil **11**
Figure I.2: Plan de position des champs de la région Gassi Touil **13**
Figure II.1 : Unité d'admission G01 ..... **27**
Figure II.2 : Unité boosting G05 ..... **28**
Figure II.3: Séparateur d'entrée, démercuriseur, filtre et coalesceur (G11) **29**
Figure II.4 : Déshydrateurs de gaz (G11) **30**
Figure II.5 : Gaz de régénération (G11) **30**
Figure II.6 : Turbo-Expander (G11) **31**
Figure II.7 : Absorbeur/Dééthaniseur (G11) **32**
Figure II.8 : Unité de compression de gaz résiduel (G50) **33**
Figure II.9 : Unité de stabilisation de condensât/débutanisassions (P10) **35**
Figure II.10 : Schéma de Procédé de l'Usine de Traitement et de Fractionnement de Gaz - Kassi El Touil (Hassi Messaoud) **41**
Figure III.1 : Schéma simplifié du Four **49**

Liste du Tableau :

Tableau I.1 : Les principaux champs de Gassi Touil **13**
Tableau III.1 : caractérisique du four **48**

Remerciement

Tout d'abord, nous adressons nos sincères remerciements à Allah Tout-Puissant, qui nous a inspirés et nous a donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude et reconnaissance à Monsieur Salat Mustapha, chef de section prévention, ainsi qu'à Monsieur Ahfouda Abd Alkrim, ingénieur électricité.

Nous remercions également Messieurs Benchaa Said, Laib Youcef et Ben Bouziane Oussama, ingénieurs HSE, Chaabane Mohammed Lamine Tecnicien Intervention ,et Boudra Nour Elislam

Ingénieur Sécurité Industrielle pour leurs précieux conseils, leurs orientations et leur soutien constant tout au long de la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à tout le personnel administratif ainsi qu'à l'ensemble des enseignants de l'institut, qui ont contribué à notre formation académique.

Enfin, nous espérons que ce travail sera à la hauteur de vos attentes et qu'il vous plaira.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, qui ont été et restent le véritable soutien dans ma vie académique et personnelle. Sans eux, après la volonté de Dieu, je n'aurais pas pu poursuivre ce parcours et atteindre cette étape. Je les remercie pour leur soutien constant, leur patience, leurs sacrifices et leur confiance qui ont toujours été une source de motivation pour moi.

À ma famille, qui ne m'a jamais privé de son encouragement et de son soutien moral, et qui a toujours été une source de force et de motivation tout au long de mon parcours, que ce soit dans les moments difficiles ou dans les moments de réussite.

À mes enseignants et encadrants, qui ont joué un rôle important dans mon encadrement et mon accompagnement durant ce travail, à travers leurs conseils précieux, leur expertise scientifique et leur disponibilité, qu'ils en soient sincèrement remerciés.

À mes amis et camarades, avec qui j'ai partagé les plus beaux moments d'études, entre effort, travail, défis et réussites, et qui ont été de véritables compagnons de route et un grand soutien dans ce parcours.

Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, que ce soit par un conseil, un soutien ou une simple parole encourageante, je leur exprime ma profonde gratitude et reconnaissance.

Liste D'abréviation :

HAZOP : Etude des dangeres et de l'opérabilité

HSE : Hygèine ,Sécurité et Environnemnt

GTL : Gassi Touil

CPF : Installation centrale de traitement

CPL : Ligne ou unité de traitement des condensats

BP : Base Pression

HP : Haute Pression

CPI : Amèlioration continue des procédés continuous process improvement

API : Institut américan du pétrole

PCS : Pouvior Calorifique Supérieur

PCI : Pouvior Calorifique Inférieur

HG : Mercure

BL : Ligne du purge

PSV : Soupape de sécurité

WHRU : Unité de récupération de chaleur fatale

N2 : Azote

DCS : Systéme de controle distribué

SDV : Vanne d'arret de sécurité

PCV : Vanne de régulation de pression

TAH : Alarme haute température

TSHH : Trés haute alarme température

TIC : Controleur- indicateur de température

TV : Vanne de régulation de température

TAL : Alarme basse température

TSV : Vanne de sécurité température

PID : Régulateur proportionnel – intégral – dérivé

PAH : Alarme haute pression

PI : Indicateur de pression

TI : Transmetteur de température

TIT : Transmetteur – indicateur de température

CO : Monoxyde de carbone

Résumé :

Cette étude porte sur l'analyse des risques liés au four industriel 480_FA-101 du complexe industriel GTL, considéré comme l'un des équipements les plus importants dans le traitement du gaz de pétrole liquéfié.
Ce four fonctionne dans des conditions d'exploitation caractérisées par des températures élevées et un environnement industriel sensible.
Tout dysfonctionnement pendant le fonctionnement peut entraîner des risques techniques et de sécurité graves.
L'étude s'est basée sur la méthode HAZOP afin d'identifier les déviations possibles dans le déroulement du processus opérationnel.
Les résultats ont montré que cette analyse contribue à renforcer la sécurité, réduire les accidents et assurer la continuité de la production.

Mots Clés :

Analyse des Risques, Four industriel, Complexe GTL, HAZOP.

Abstract :

This study deals with the risk analysis of the industrial furnace 480_FA-101 in the GTL industrial complex, considered one of the most important units in liquefied petroleum gas processing.
This furnace operates under conditions characterized by high temperatures and a sensitive industrial environment.
Any malfunction during operation may lead to serious technical and safety risks.
The study is based on the HAZOP methodology to identify possible deviations in the operational process.
The results showed that this analysis helps enhance safety, reduce accidents, and ensure production continuity.

Key words :

Risk analysis, industrial Furnace, GTL Complex, HAZop

الملخص :

تتناول هذه الدراسة تحليل المخاطر المرتبطة بالفرن الصناعي 480_FA-101 بالمركب الصناعي GTL، باعتباره من أهم التجهيزات في معالجة غاز البترول المميع ويعمل هذا الفرن في ظروف تشغيل تتسم بارتفاع درجات الحرارة وحساسية الوسط الصناعي كما قد يؤدي أي خلل أثناء التشغيل إلى حدوث مخاطر تقنية وأمنية خطيرة.
اعتمدت الدراسة على منهجية HAZOP لتحديد الانحرافات المحتملة في سير العملية التشغيلية.
وأثبتت النتائج أن هذا التحليل يساهم في تعزيز السلامة وتقليل الحوادث وضمان استمرارية الإنتاج.

الكلمات المفتاحية :

تحليل المخاطر ،فرن صناعي ,مجمع HAZOP, GTL

Introduction

Dans ce projet de fin d'études, nous allons réaliser une analyse des risques sur un four industriel en utilisant la méthodologie HAZOP. Le choix s'est porté sur l'étude des fours car ils sont classés parmi les installations thermiques, constituant ainsi une source de chaleur. Du point de vue de la sécurité, la chaleur et ses effets représentent des dangers majeurs pouvant causer des dommages catastrophiques aux personnes, aux biens, aux installations, voire à l'environnement. Ces effets peuvent provoquer de graves brûlures sur le corps humain, ainsi que des détériorations des tuyauteries, des structures en acier et d'autres équipements. Sur le plan environnemental, la production de chaleur engendre des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone et les oxydes d'azote, entre autres. Ainsi, l'étude du four vise à déterminer le niveau de ces impacts potentiels.

Compte tenu de la multiplicité des systèmes installés dans le four, la méthodologie HAZOP a été retenue pour analyser les risques associés. Cette méthode a été développée pour être appliquée aux installations thermo-hydrauliques, dont le four fait partie.

Notre mémoire est structuré en trois chapitres : le premier présente le site où l'analyse a été réalisée, à savoir le complexe GTL, ainsi que ses activités et ses différents services ; le deuxième expose le procédé de traitement du gaz, incluant une présentation détaillée de la méthodologie d'analyse des risques HAZOP ; enfin, le troisième chapitre propose une description détaillée du four (480-FA-101), suivie de l'application de l'analyse des risques HAZOP.

Étant donné la dangerosité de ce dernier, susceptible d'engendrer plusieurs risques tels que les explosions et les incendies, nous avons été amenés à étudier ces phénomènes afin de mettre en place les mesures préventives nécessaires.

CHAPITRE I :

Présentation de la Direction Régionale de Gassi Touil

1 Situation géographique :

SONATRACH est la société Algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par pipeline, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle opère également dans d'autres secteurs, comme le dessalement de l'eau de mer. SONATRACH est classée la première entreprise d'Afrique.

Gassi Touil est un site d'extraction gazier, situé en Algérie dans le Grand Erg Oriental, faisant partie du gisement de Hassi Messaoud. La direction régionale de GASSI TOUIL constitue une partie importante de la division production de SONATRACH. Le champ de Gassi Touil fait partie de la wilaya de OUARGLA, à environ 150 km au Sud-est de Hassi Messaoud et à 1000 km d'Alger. Il s'étend sur une superficie d'environ 170 KM de long et 105 KM de large, avec une altitude moyenne de 200m.

Les effets de neige et de séisme ne sont pas à envisager et les conditions climatiques les plus importantes sont :

- **Température de l'air** : (**-05°C**) minimum (sous abri en hiver) et (**50°C**) maximum (sous abri en été).
- **Humidité relative** : minimum **10%** et maximum **75%**.
- **Pluviométrie/gelée** : **20mm** en **24** heures avec possibilité d'orages violents, fréquentes gelées en hivers.
- **Vents** : violents et souvent accompagnés de sable (**180 km/h nord-est / sud-ouest**) à **10m** au-dessus du sol.

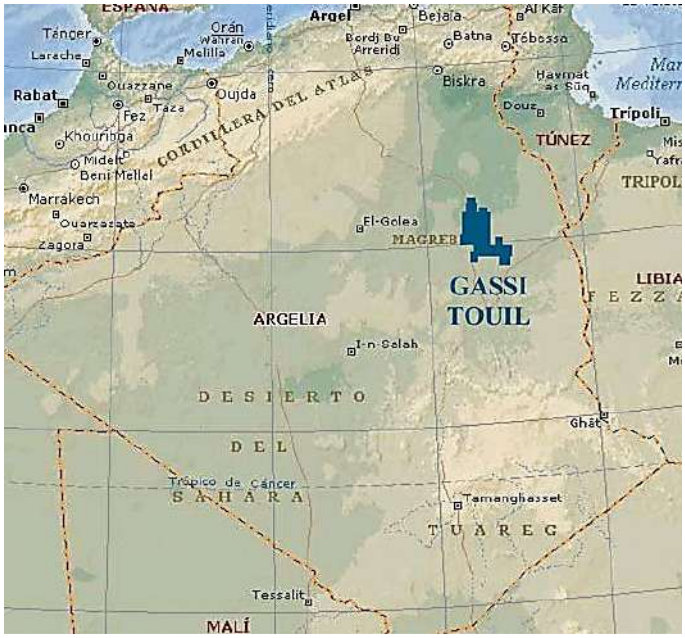


Figure I.1 : Situation géographique de la région de Gassi Touil.

2 Historique du champ Gassi Touil :

Le champ de Gassi Touil a été découvert en 1961 par le forage de GT1 implanté au sommet de la structure (COPEFA - CEP). Ce forage a mis en évidence la présence de gaz dans les réservoirs des Trias Supérieur et Inférieur. Il a fallu attendre le forage de GT3 (Novembre 1962 – Mars 1963), implanté sur le flanc Est de la structure, pour découvrir de l'huile dans le Trias Inférieur à une profondeur de 2100m soit -1891m absolu.

Le forage de GT4 (Juin 1963 Octobre 1963) a aussi montré que le Trias Intermédiaire était imprégné d'huile dans cette zone à une profondeur de 2020 à 2037m. Le développement de ce champ a été poursuivi très rapidement durant les deux années suivantes où pas moins de 30 puits ont été forés et mis en exploitation. Depuis, le forage de nouveaux puits a continué jusqu'en 1974, pour délimiter les contours du gisement.

La structure de ce gisement se présente sous forme d'un anticlinal allongé sur 20km environ dans l'axe Nord-Sud et 5 km environ dans l'axe Est-Ouest.

Le réservoir est formé par le complexe Argilo-Gréseux du Trias qui présente trois horizons producteurs, séparés par des couches d'argile discontinues, plus au moins imperméables, de sorte qu'ils se comportent comme des gisements indépendants :

- Le Trias Argilo-Gréseux Supérieur (T.A.G.S.)
- Le Trias Intermédiaire
- Le Trias Argilo-Gréseux Inférieur (T.A.G.I.)

La couverture principale de ce réservoir est constituée par une épaisse couche d'évaporites (sel, anhydrites) du Trias salifère.

❖ **Dates de mise en production :**

- Trias Argilo-Gréseux Inférieur Huile : Avril 1963 ;
- Trias Intermédiaire Huile : 1966 ;
- Trias Supérieur Huile : Mai 1964 ;
- Trias Supérieur Gaz-Cap : Décembre 1976.

La région de Gassi Touil est composée de plusieurs champs ; le tableau I.1 suivant représente les principaux champs de Gassi Touil **[1]**

Champs	Nombre de puits		Année de découverte
	Brut	Gaz	
Nezla	**31**	**08**	**1958**
Brides	**0**	**06**	**1958**
Toual	**05**	**09**	**1958**
Hassi Touareg	**0**	**09**	**1959**
Gassi Touil	**67**	**11**	**1961**
Hassi chergui	**0**	**14**	**1962**
Gassi El Adem	**0**	**04**	**1967**
Rhourde El Khalef	**0**	**03**	**1959**
Total	**167**		

Tableau I.1 : Les principaux champs de Gassi Touil.

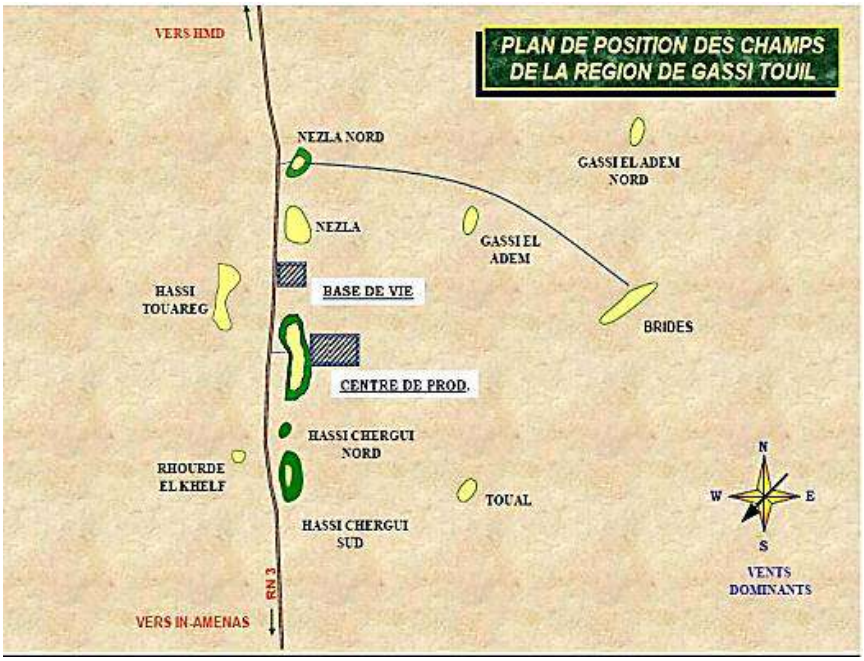


Figure I.2 : Plan de position des champs de la région Gassi Touil.

3 Les structure de la Direction GTL . [2]

La Direction Régionale de Gassi Touil est une organisation dédiée à l'excellence opérationnelle dans le secteur des hydrocarbures. Elle dispose d'une structure hiérarchique solide et de services spécialisés pour garantir une gestion efficace et un développement durable de ses activités. Ce portail web vise à mettre en lumière son organisation, ses divisions et leurs rôles respectifs. Cette organisation hiérarchique met en avant une répartition des rôles et des responsabilités visant à optimiser les performances et à garantir une gestion rigoureuse des activités. Grâce à une collaboration étroite entre ses divisions, l'entreprise est capable de répondre efficacement aux défis techniques, financiers, environnementaux et humains de son secteur d'activité.

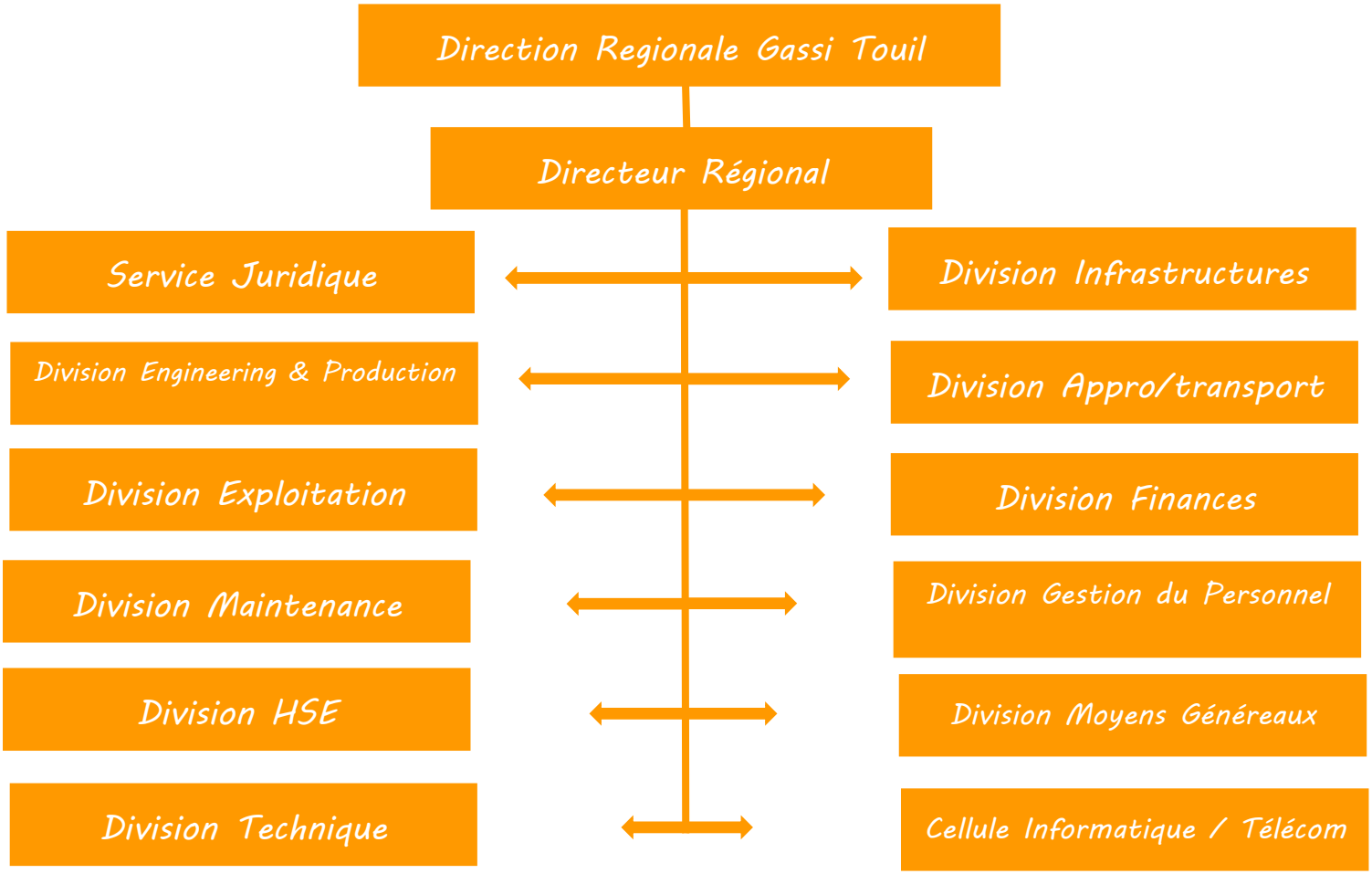
- **Direction Régionale de GASSI TOUIL**

La Direction Régionale est le pilier central de l'entreprise, assurant la gestion stratégique et administrative. Elle comprend :

Un Directeur Régional, chargé de superviser l'ensemble des activités et d'assurer leur alignement avec les objectifs globaux.

Des services administratifs et juridiques, tels que l'Assistant Sureté Interne, le Secrétaire, et le Service Juridique.

Un Coordonnateur Technique, garant de la mise en œuvre des opérations techniques



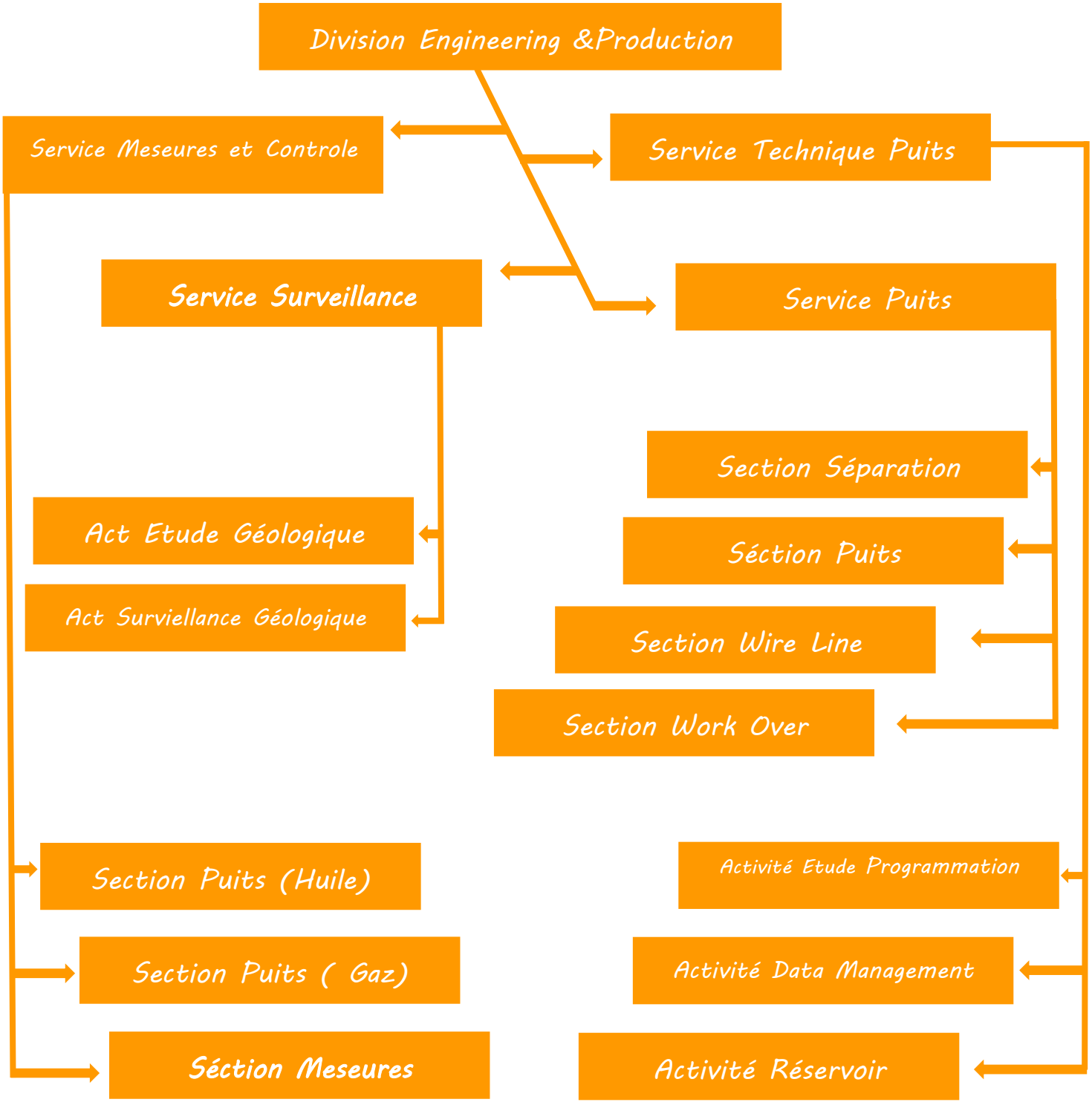
❖ Division Engineering & Production

La Division Engineering & Production est chargée de la conception, de la surveillance et de l'optimisation des processus liés à la production.
Ses responsabilités incluent :

La gestion des puits d'hydrocarbures, incluant leur surveillance et leur Maintenance technique.

La programmation technique, l'analyse des réservoirs et la collecte des données géologiques et pétrolières.

Le développement de solutions innovantes pour maximiser l'efficacité et la durabilité des opérations.

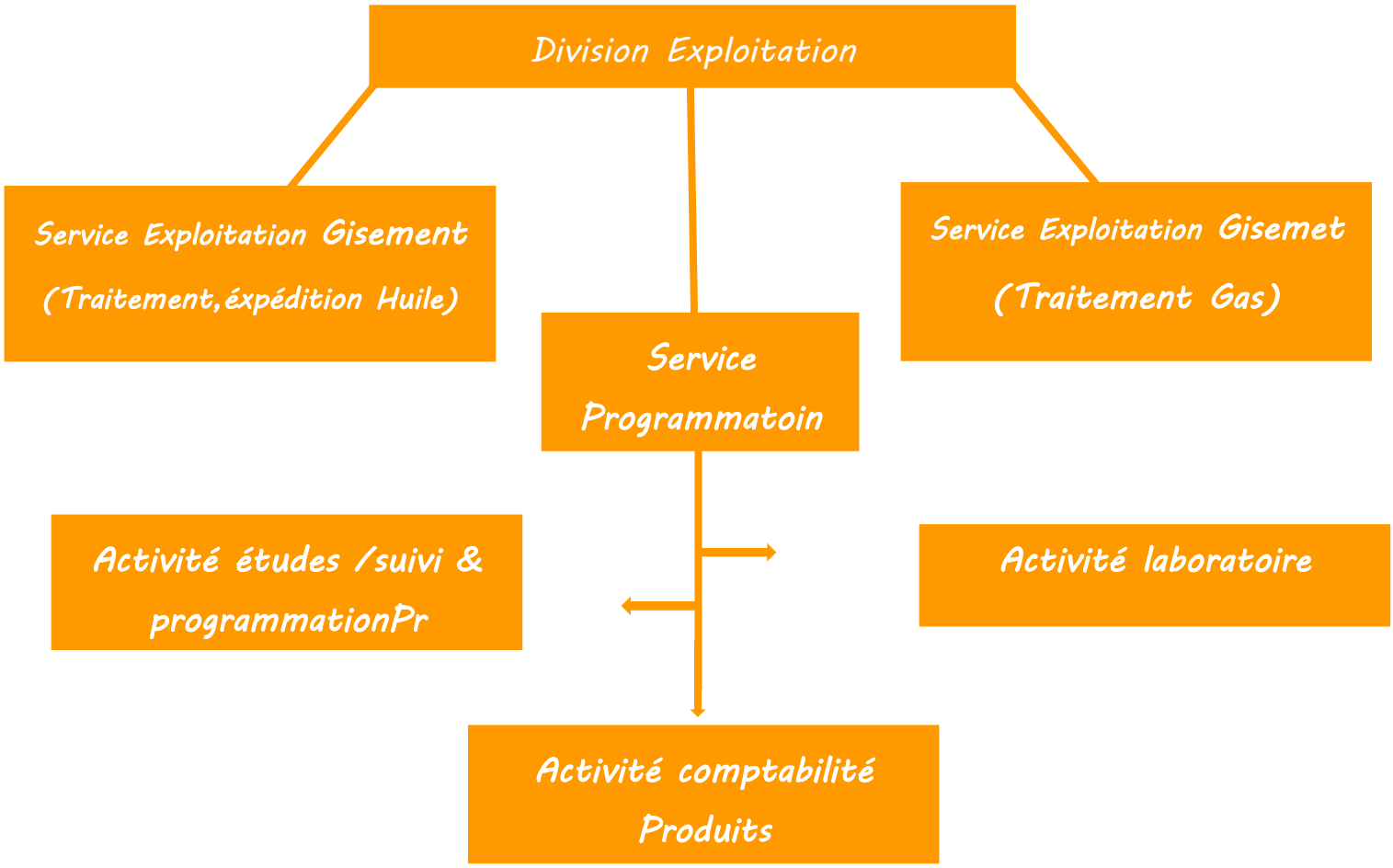


❖ **Division Exploitation**

La Division Exploitation est responsable de l'extraction, du traitement et de l'expédition des hydrocarbures. Elle comprend :

Un Service Programmation, gérant l'analyse en laboratoire, la comptabilité des produits et la planification opérationnelle.

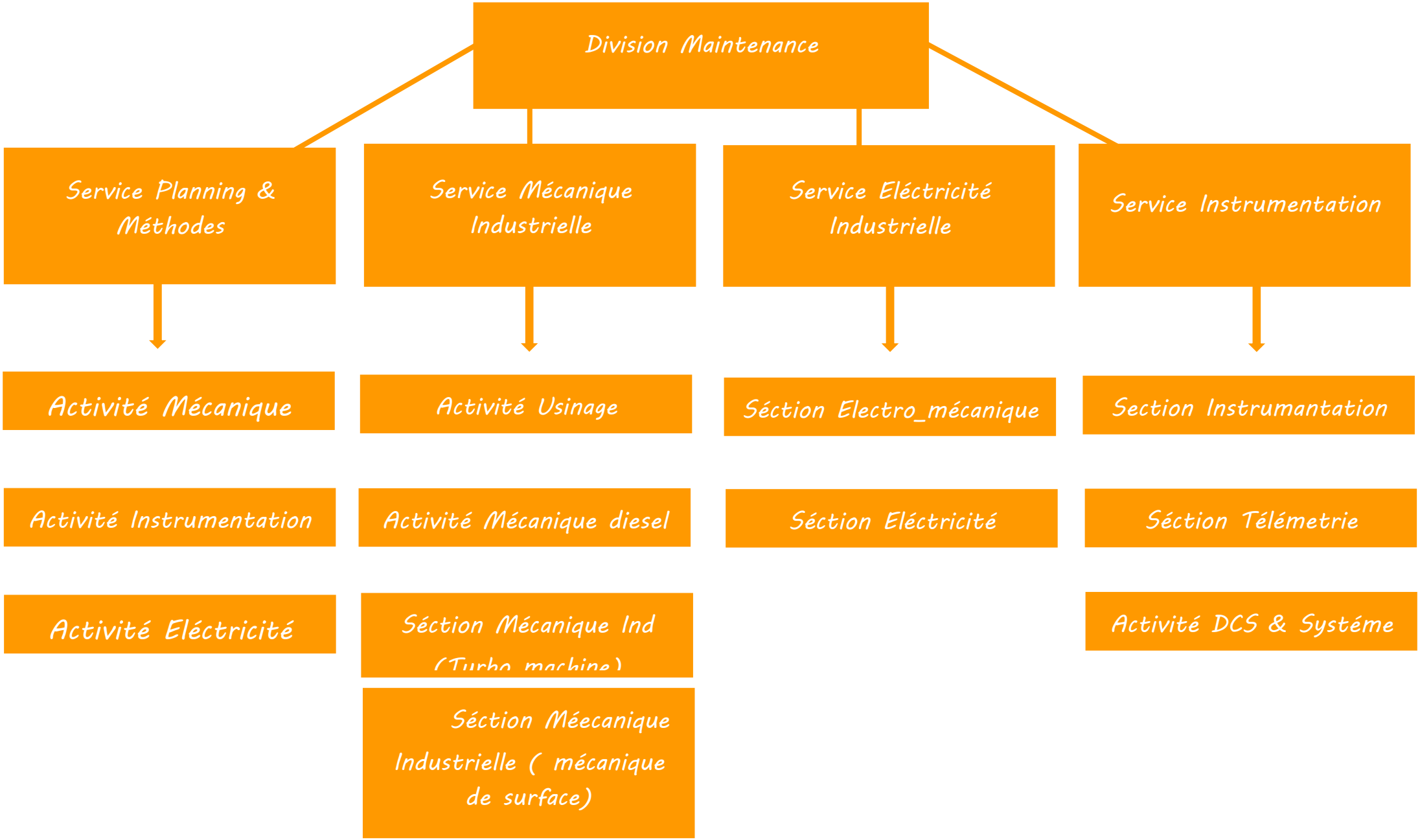
Un suivi technique rigoureux pour assurer la continuité et la qualité des opérations sur site.



❖ **Division Maintenance**

La Division Maintenance joue un rôle clé en assurant la disponibilité et la performance des équipements
industriels essentiels à la production. Ses missions incluent :

L'entretien et la réparation des équipements mécaniques, électriques et électroniques.
La Maintenance des turbo-machines et des systèmes critiques de production.
La planification et la mise en œuvre de programmes de Maintenance préventiv


Division Maintenance
Service Planning & Méthodes
Service Mécanique Industrielle
Service Eléctricité Industrielle
Service Instrumentation
Activité Mécanique
Activité Instrumentation
Activité Eléctricité
Activité Usinage
Activité Mécanique diesel
Séction Mécanique Ind (Turbo machine)
Séction Méecanique Industrielle (mécanique de surface)
Séction Electro_mécanique
Séction Eléctricité
Section Instrumantation
Séction Télémetrie
Activité DCS & Systéme

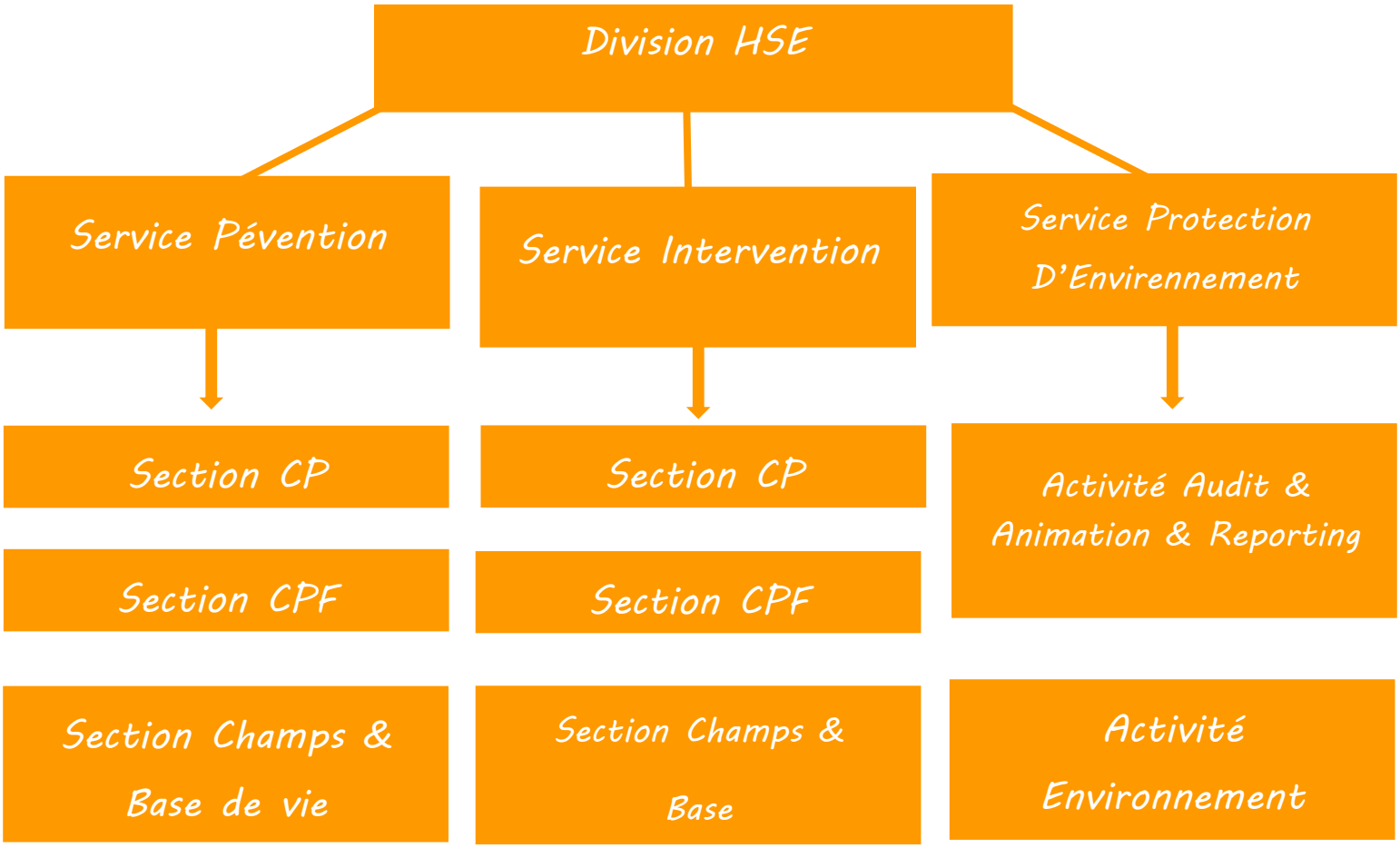
❖ **Division HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement)**

La Division HSE veille à la sécurité des employés, à la conformité environnementale et à la prévention des risques industriels. Elle se concentre sur :

La prévention des accidents, avec des programmes de formation et des audits réguliers.

La gestion des interventions en cas d'urgence, garantissant des réponses rapides et efficaces.

La protection de l'environnement à travers des initiatives de réduction des impacts environnementaux.

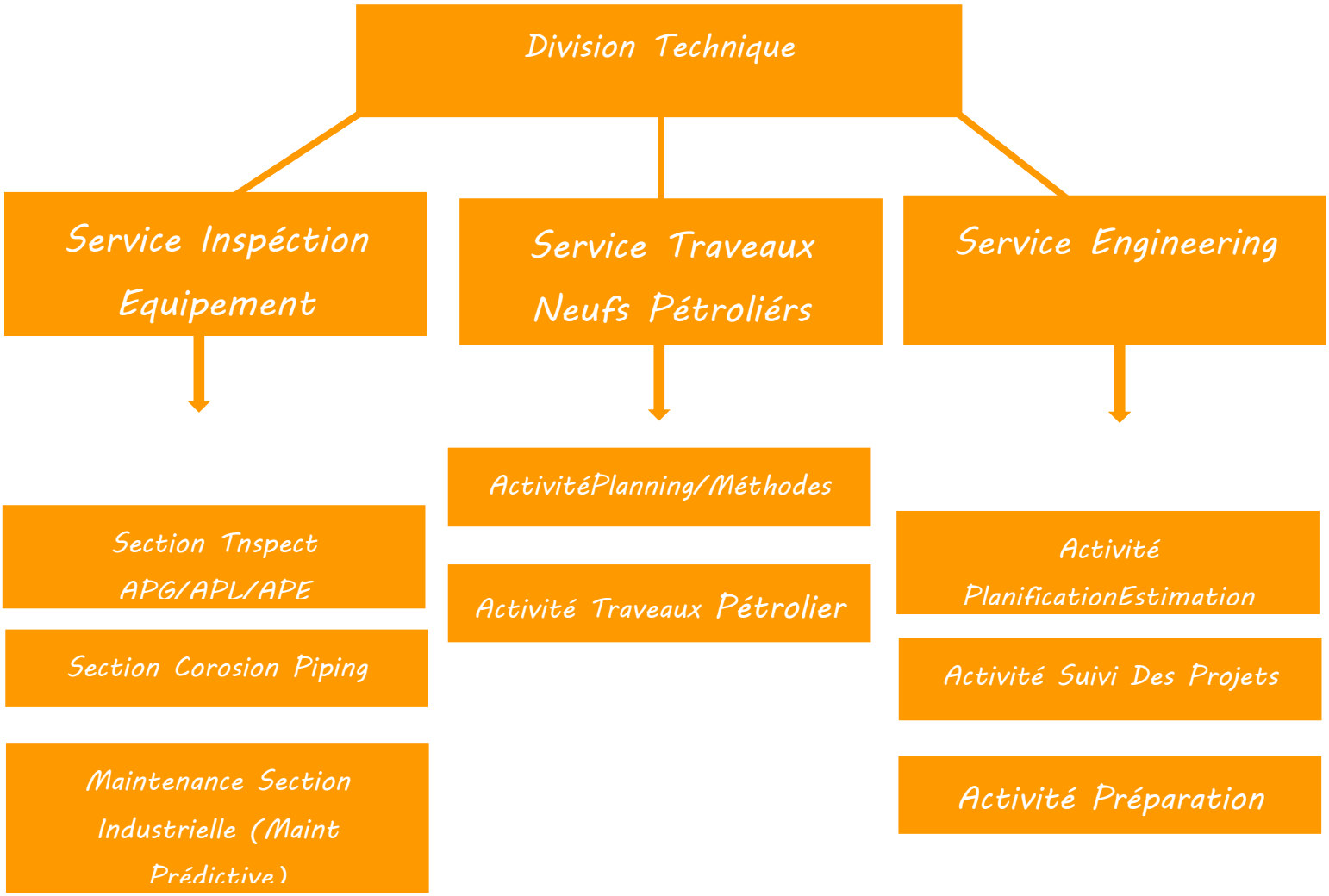


❖ **Division Technique**

La Division Technique est spécialisée dans la supervision des infrastructures et des travaux liés à l'industrie pétrolière. Elle est responsable de :

La gestion et l'inspection des équipements industriels critiques.

La supervision des travaux de rénovation et des projets d'agrandissement des infrastructures.

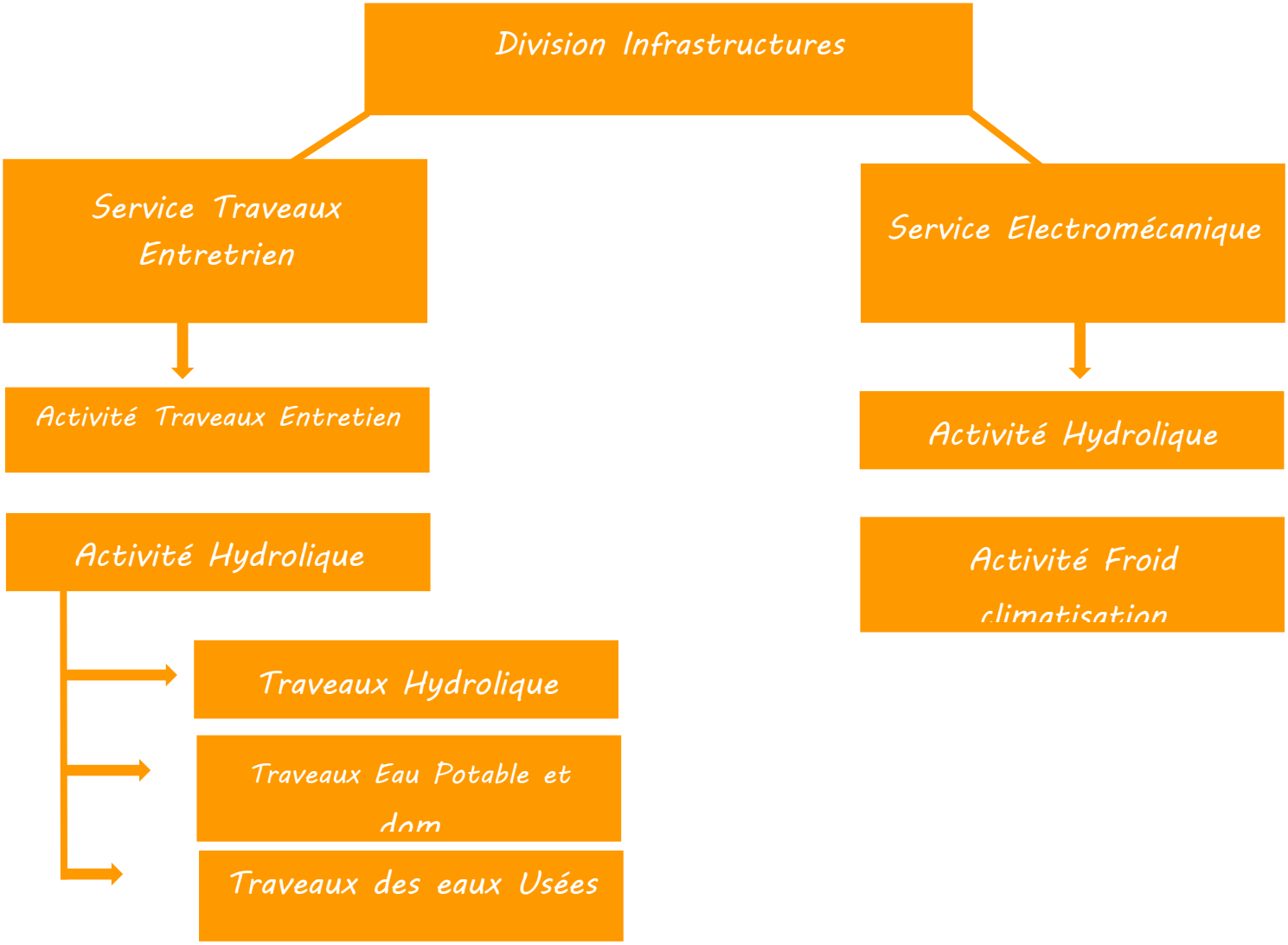


❖ **Division Infrastructures**

La Division Infrastructures gère les bâtiments, les routes, et les réseaux d'eau de l'entreprise. Ses responsabilités comprennent :

L'entretien des infrastructures et la gestion des travaux de rénovation.

Le maintien des réseaux d'approvisionnement en eau potable et industrielle.

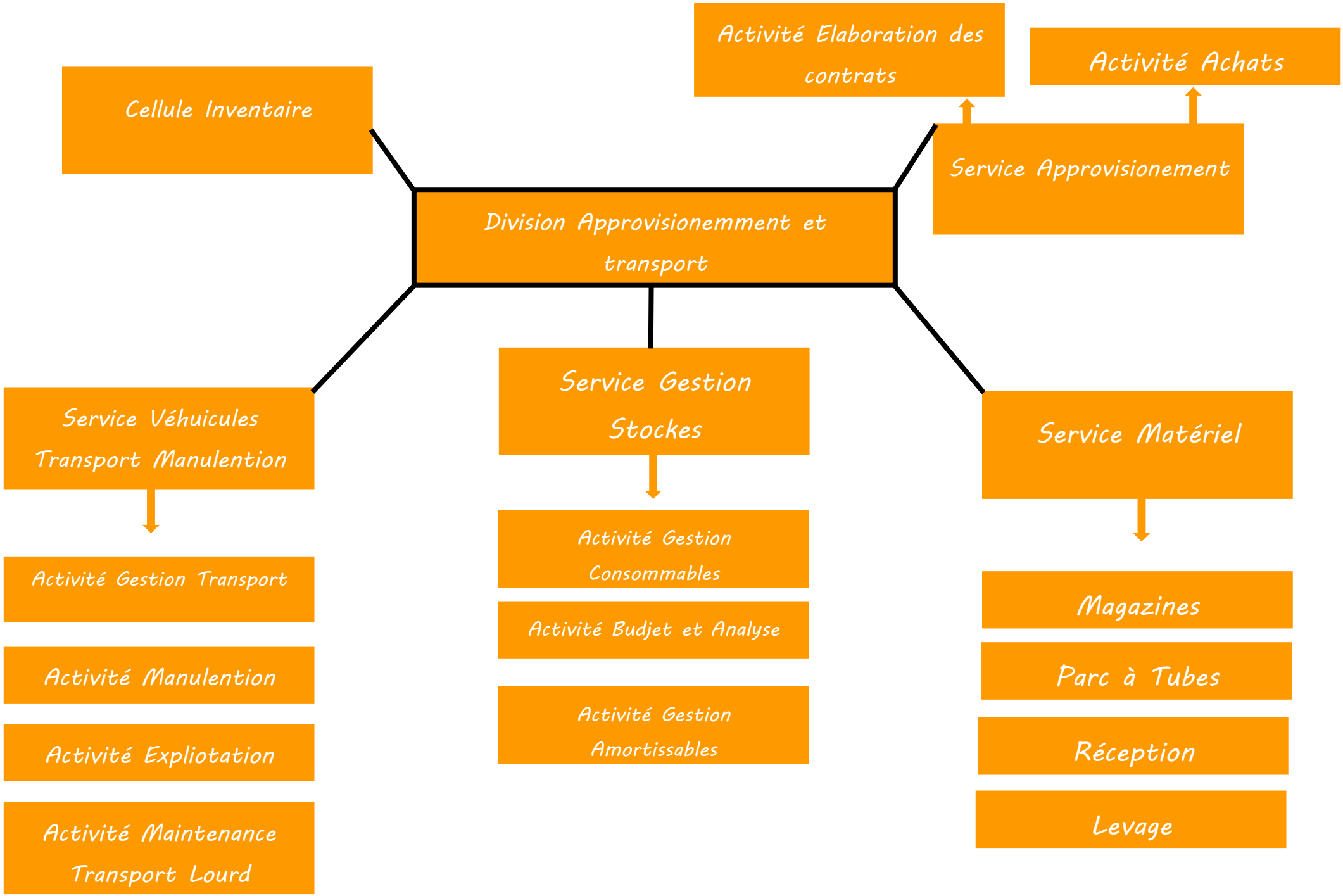


❖ **Division Approvisionnement et Transport**

Cette division assure une gestion optimale des ressources matérielles et des flux logistiques. Elle s'occupe :

De la gestion des stocks et de l'approvisionnement en matériaux nécessaires aux opérations.

De l'organisation et de la coordination des transports, qu'ils soient terrestres ou aériens.


Activité Elaboration des contrats
Activité Achats
Cellule Inventaire
Service Approvisionement
Division Approvisionemment et transport
Service Véhuicules Transport Manulention
Service Gestion Stockes
Service Matériel
Activité Gestion Transport
Activité Gestion Consommables
Magazines
Activité Manulention
Activité Budjet et Analyse
Parc à Tubes
Activité Expliotation
Activité Gestion Amortissables
Réception
Activité Maintenance Transport Lourd
Levage

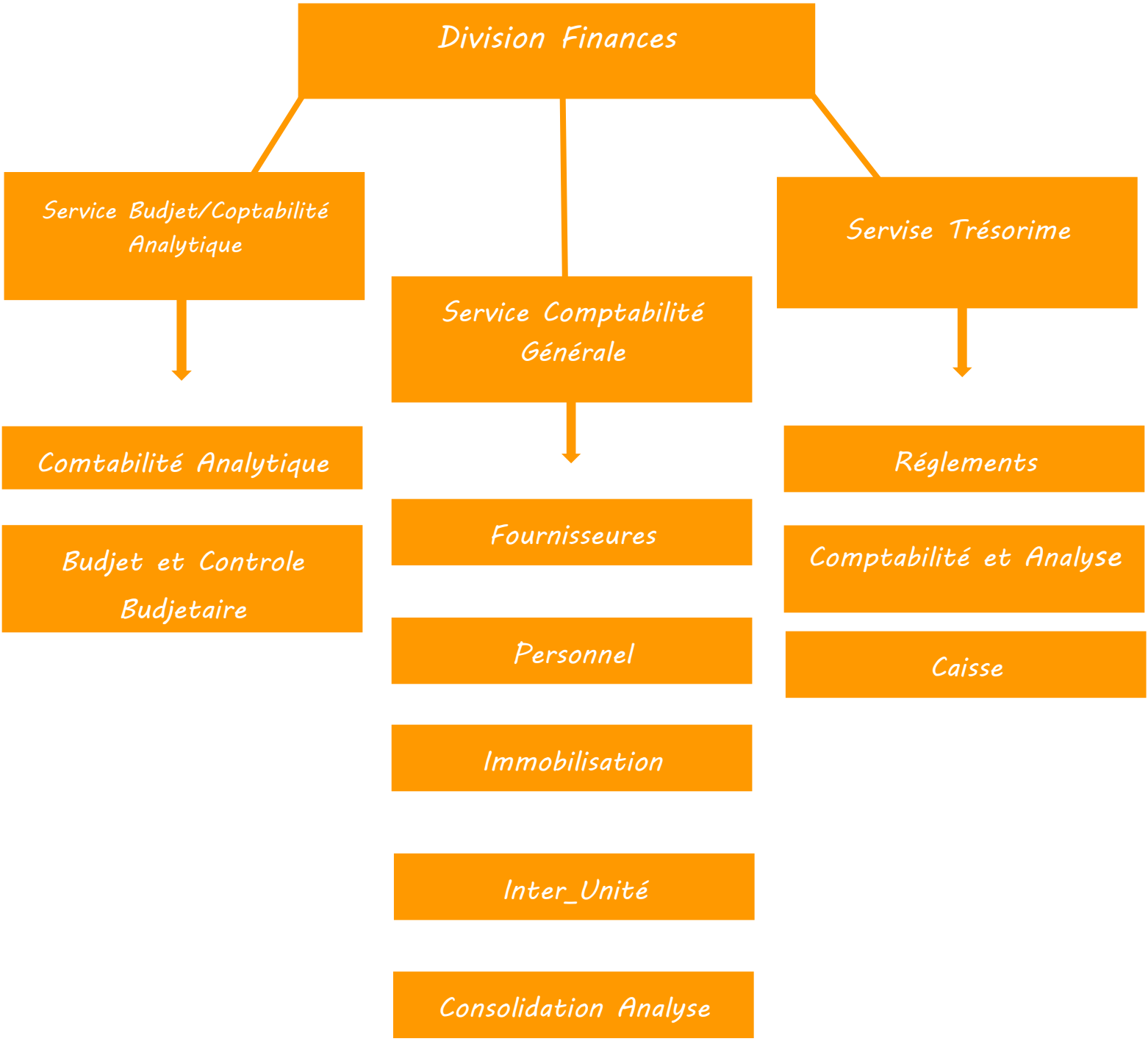
❖ **Division Finances**

La Division Finances est en charge de la gestion comptable et budgétaire de l'entreprise.

Elle supervise :

La comptabilité générale et analytique.

L'élaboration des budgets et le suivi financier des projets.



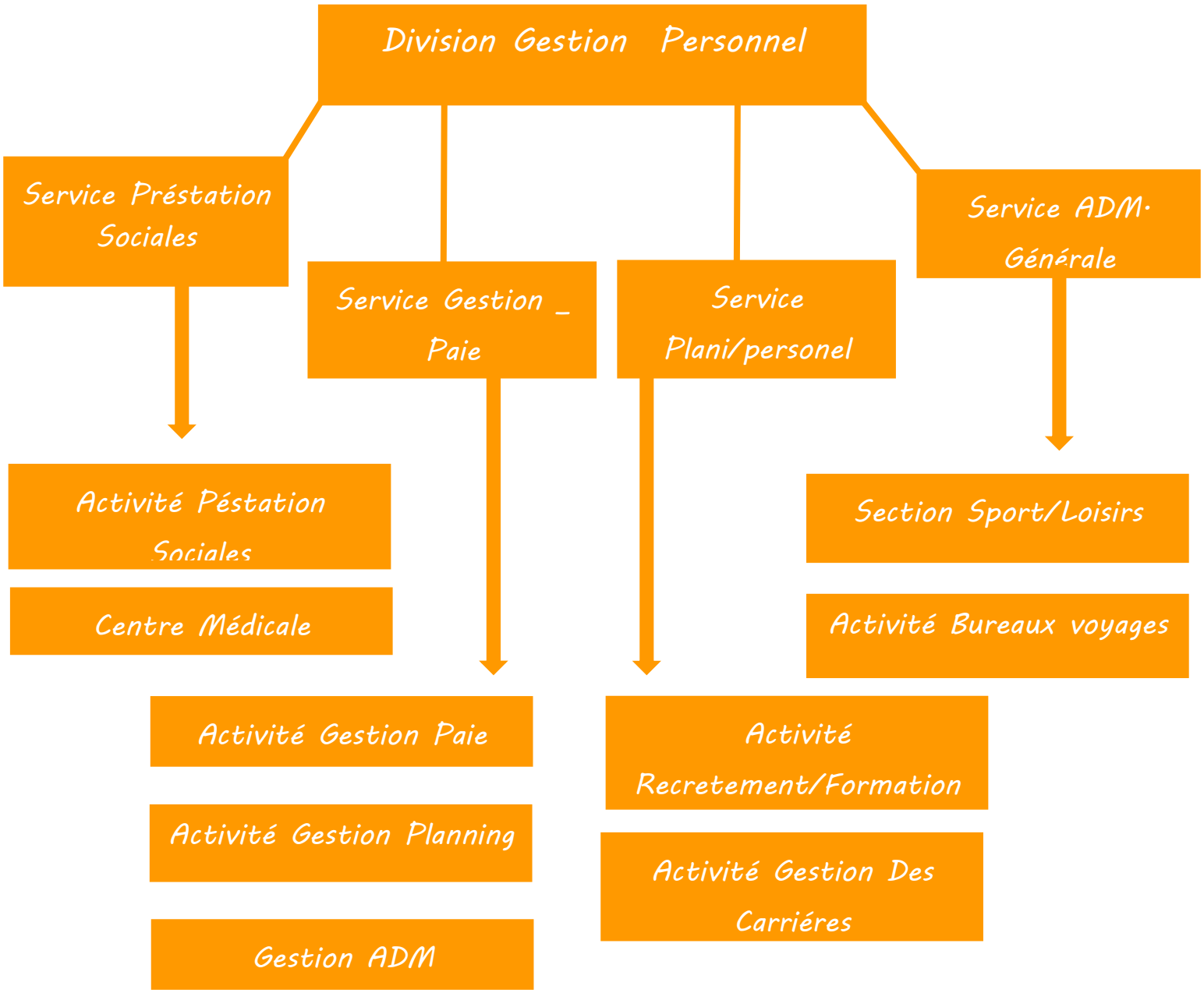
❖ **Division Gestion Personnel**

La Division Personnel se concentre sur la gestion des ressources hudives, avec des missions telles que :

La gestion administrative des employés, incluant les paies et les contrats.

Le développement des compétences grâce à des programmes de formation ciblés.

La gestion des relations sociales et des conflits internes.



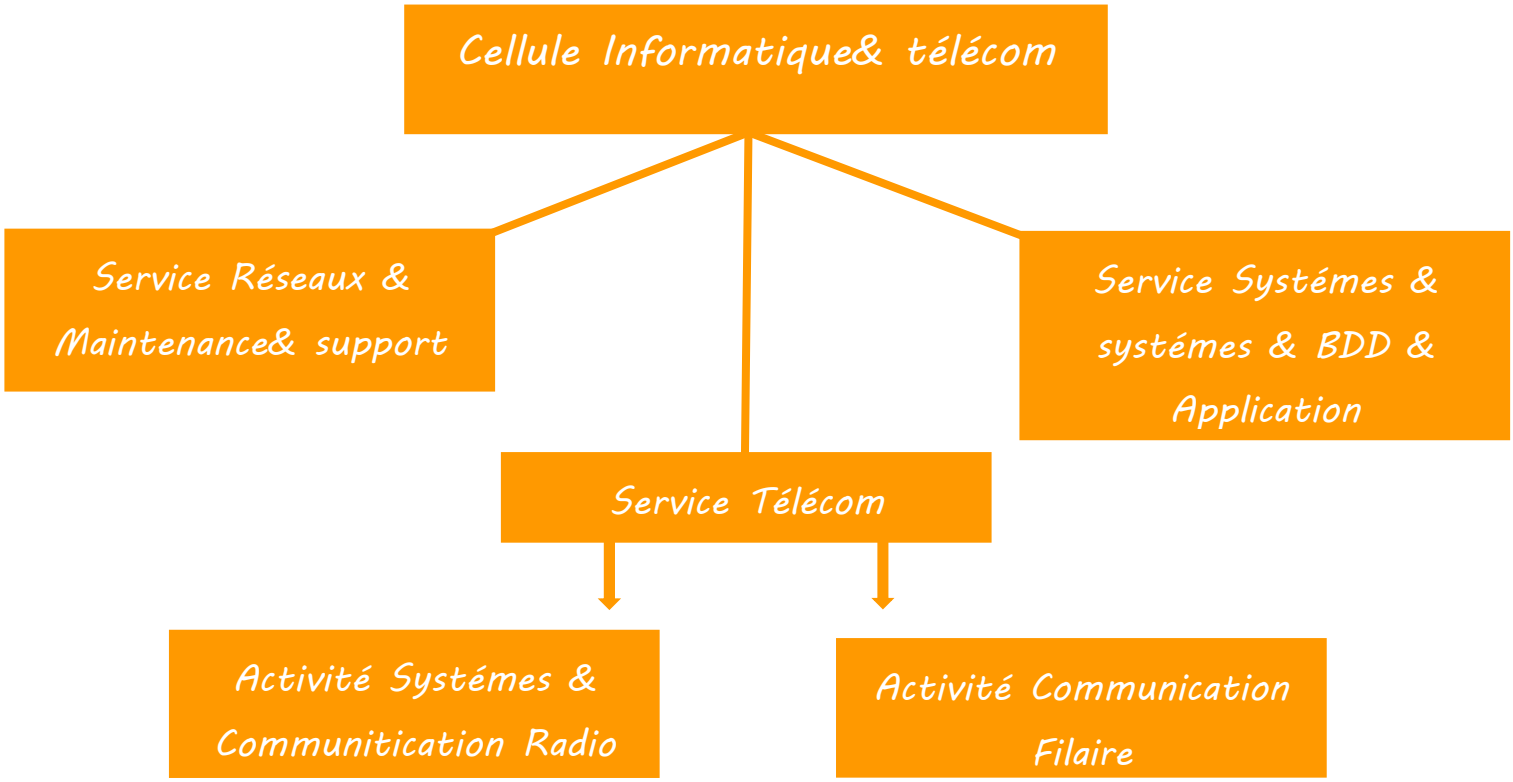
❖ **Cellule Informatique & Télécom**

La Cellule Informatique & Télécom joue un rôle stratégique dans la gestion des systèmes d'information et des infrastructures de communication. Ses missions principales incluent :

La gestion et la maintenance des systèmes de communication, couvrant les réseaux filaires et radio.

Le support technique et la maintenance des infrastructures informatiques, incluant les réseaux, les systèmes, et les applications.

La coordination des projets technologiques pour assurer l'innovation et l'efficacité opérationnelle.



CHAPITRE II :

Présentation de l'Unité de traitement de Gaz (CPF)

&

Présentation De la Méthde HAZOP

1 Centre de traitement de gaz : [3]

Le nouveau centre de traitement de gaz (CPF) est conçu pour traiter 12 millions de mètres cubes de gaz par jour provenant des gisements de : Hassi Touareg, Gassi Touil, Rhourde El Khalef, Nezla, Toual et Brides.

La capacité de fonctionnement de l'usine est comprise entre **30%** (3,6 millions de mètres cubes de gaz par jour), et **110%** (13,2 millions de mètres cubes de gaz par jour) de sa capacité de base ; permettant ainsi de produire du GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié), du condensât et du gaz sec.

Ce nouveau centre est composé essentiellement d'unités suivantes :

- Unité d'admission G01
- Unité de boosting G05
- Unité de récupération de GPL G11
- Unité de compression de gaz résiduel G50
- Unité de stabilisation de condensât/ débutanisassions P10
- Unité de stockage GPL et condensât
- Comptage de gaz et canalisation d'expédition 36V et 16V
- Comptage de GPL et condensât
- Utilités

1.1 Unité d'admission G01 :

Le système d'admission des installations centrales de traitement (CPF) reçoit le fluide de production (BP et HP) suivant la pression des puits.

Le but du slug catcher est de recevoir les volumes de gaz/liquide provenant des lignes principales et de les séparer en gaz, liquide d'hydrocarbure et eau à l'entrée des installations centrales de traitement et de protéger les installations de traitement en aval contre tout dérèglement potentiel causé par les conditions d'amont.

Le gaz humide avec l'eau de production venant du champ de Hassi Touareg et de Gassi Touil est collecté et est reçu au niveau du slug catcher BP à tubes par l'intermédiaire de la ligne principale. Le gaz provenant du slug catcher est envoyé aux compresseurs booster (G05).

Le condensât d'hydrocarbures séparé dans le slug catcher BP est envoyé au ballon de détente de condensat du slug catcher BP (condnesate flush drum). Le condensât récupéré est pompé vers le ballon de détente de condensât du slug catcher HP par la pompe à condensat du fush drum . Le GPL off-spec (Hors spécifications) provenant du stockage de GPL off-spec (39G) et le condensât off-spec provenant du stockage de condensât off-spec (39C) sont reçus dans le ballon de détente de condensât du flush drum HP pour traitement. Les effluents gazeux et l'eau produite sont envoyés

respectivement vers le système de gaz combustible BP et vers le ballon de détente d'eau produite (Produced water drum).

Les gaz humides provenant des Champs de Toual, Rhourde El Khlef, Nezla, Gassi El Adem, et Brides sont collectés et reçus au niveau du slug catcher HP à tubes.

Les flux de gaz provenant du slug catcher HP sont combinés avec ceux provenant de l'unité de boosting (G05) pour être envoyés vers l'unité de récupération de GPL (G11).

Le condensât d'hydrocarbures séparé dans le slug catcher HP, et le condensât d'hydrocarbures provenant du ballon de détente de condensât du slug catcher BP, sont envoyés vers le ballon de détente de condensât du slug catcher HP. Le condensât d'hydrocarbures récupéré, est pompé vers l'unité de stabilisation de condensât/débutanisassions (P10) par la pompe à condensât du slug catcher HP, après être passé par le filtre d'alimentation en condensât et le coalesceur d'alimentation en condensât ; les effluents gazeux et l'eau produite sont respectivement envoyés aux compresseurs booster (G05) et au ballon de détente d'eau produite.

L'eau produite provenant du slug catcher BP, du ballon de détente de condensât du slug catcher BP, du slug catcher HP, du ballon de détente de condensât du slug catcher HP et du coalesceur d'alimentation en condensât est envoyée vers le ballon de détente d'eau produite. L'eau produite reçue est envoyée vers un séparateur CPI, alors que les effluents gazeux sont envoyés vers la torche commune. La figure II.1 ci-dessous résume le procédé de l'unité d'admission G01 :

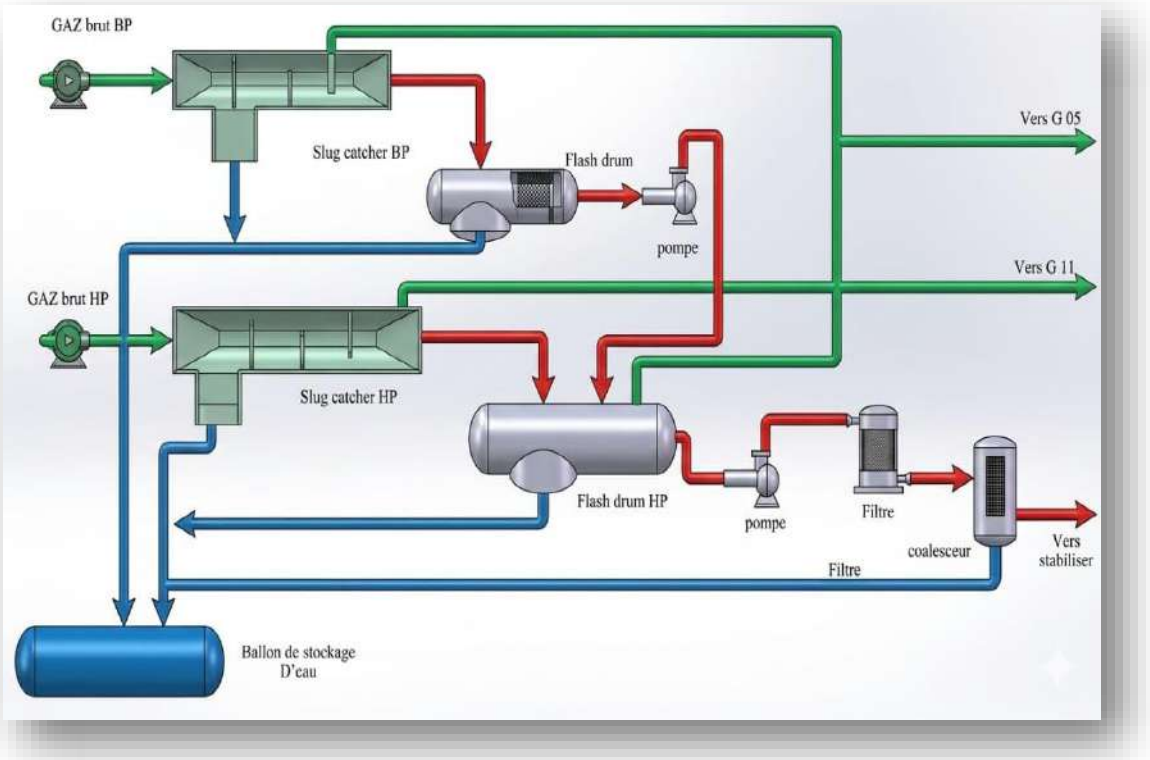


Figure II.1 : Unité d'admission G01.

1.2 Unité de boosting G05 :

Le gaz provenant du slug catcher BP, du ballon de détente de condensât du slug catcher HP et de la tête de la colonne de stabilisation est envoyé vers le compresseur booster. Les ballons tampons d'aspiration sont nécessaires pour éviter l'entrée de gouttelettes de liquide dans le carter du compresseur booster.

Durant les premières années, un des compresseurs booster du 1er étage est mis en fonctionnement pour pressuriser le gaz de tête de la colonne de stabilisation et la moitié du gaz d'alimentation BP qui est fourni par la soupape d'étranglement d'aspiration.

La mise en route des équipements du 1er étage du compresseur booster de l'autre train est prévue pour une date postérieure en raison de la baisse de la pression des puits sous 28 bars. G avec le temps. A ce moment-là, la pression d'entrée du slug catcher BP sera réduite à 13 bars.G et la mise en route du compresseur du 1er étage devra être effectuée.

Le gaz provenant du slug catcher BP, du ballon de détente de condensât du slug catcher HP et de la tête de la colonne de stabilisation est envoyé vers le ballon tampon d'aspiration du 1er étage.

Le gaz comprimé est refroidi jusqu'à 60°C par le refroidisseur de refoulement du 1er étage du compresseur booster. Le compresseur booster du 2ème étage, de type centrifuge entraîné par un moteur à vitesse constante, comprime le gaz provenant du ballon tampon d'aspiration du 2ème étage jusqu'à 70 bars.G.

Le gaz comprimé est refroidi jusqu'à 60°C par le refroidisseur de refoulement du 2ème étage du compresseur booster équipé d'un moteur fixe. Ensuite, le gaz comprimé refroidi est envoyé vers l'unité de récupération de GPL (G11) à travers le ballon tampon de refoulement du 2ème étage.

Le liquide condensé provenant du ballon tampon d'aspiration du 1er étage est combiné avec le liquide de condensât provenant du ballon tampon d'aspiration du 2ème étage et du ballon tampon de refoulement et est envoyé vers le ballon de détente de condensât du slug catcher BP. La figure II.2 ci-dessous résume le procédé de l'unité de boosting (G05) :

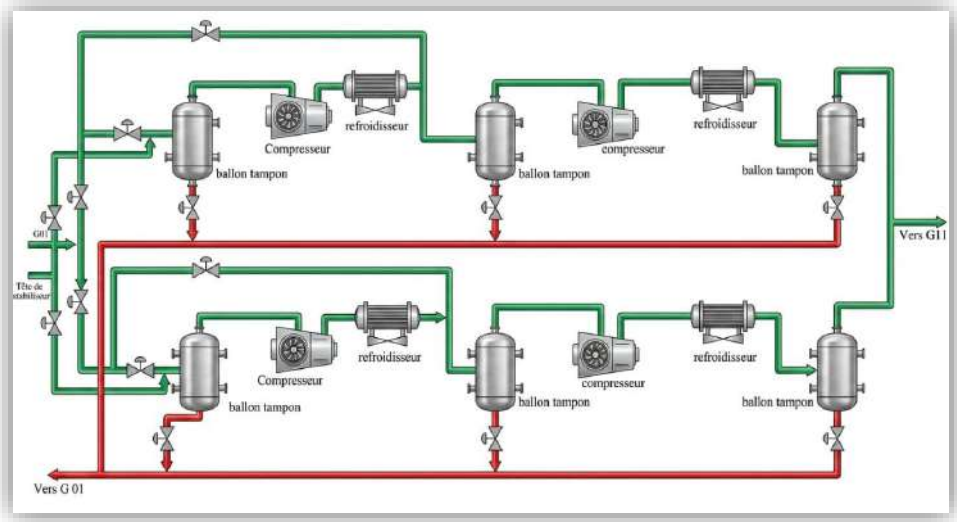


Figure II.2 : Unité boosting G05.

1.3 Unité de récupération de GPL G11 :

Les flux combinés de gaz provenant du slug catcher HP (G01) et du compresseur (G05) passent par le coté tubes du rebouilleur latéral du dééthaniseur (GA-205) où leur température est réduite. Un échangeur de chaleur gaz humide/gaz résiduel (GA-206) est également prévu en parallèle avec le rebouilleur latéral du dééthaniseur pour réduire la température à l'entrée du déshydrateur à 42°C lorsqu'on se situe en dehors des conditions nominales. Cet échangeur de chaleur ne sera pas en service pour le fonctionnement normal, à savoir NNF (Normally No Flow). Si le déshydrateur ne fonctionne pas correctement, cet échangeur de chaleur sera mis en ligne et utilisé pour réduire la température à l'entrée du déshydrateur.

Le gaz entre ensuite dans le séparateur de gaz d'alimentation du déshydrateur pour être envoyé par la suite vers l'adsorbeur de mercure (Hg). Le but de cet adsorbeur est de réduire la concentration de mercure (Hg) dans le gaz de procédé de 10.000 Ng/Nm^3 dans la charge à une valeur inférieure à 10 Ng/Nm^3 dans le gaz de sortie allant vers le système en aval. L'élimination du mercure sert à protéger les roues de l'expander et du compresseur-expander (qui sont en aluminium) contre la corrosion.

Le gaz provenant de l'adsorbeur de mercure entre dans le filtre de gaz d'alimentation/coalesceur du déshydrateur. Le liquide collecté dans le filtre est envoyé vers le ballon de détente de condensât du slug catcher HP.

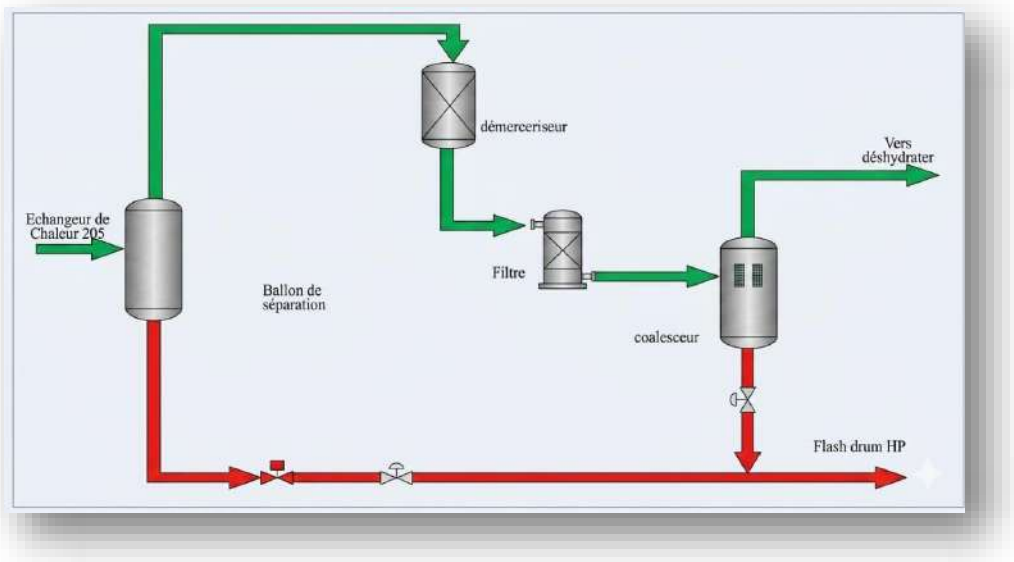


Figure II.3: Séparateur d'entrée, démercuriseur, filtre et coalesceur (G11).

Le gaz après être passé par le filtre, entre dans deux des trois déshydrateurs de gaz. Le système de déshydratation est conçu pour éliminer l'eau du gaz pour la réduire à une valeur inférieure à 0.1 ppm au moyen de déshydrateurs à lit de tamis moléculaire, évitant ainsi la formation d'hydrates dans la section froide du procédé. La logique de commande pour ce procédé de déshydratation est configurée de manière à ce que deux déshydrateurs assurent l'adsorption pendant qu'un autre est en cycle de régénération.

Une fois déshydraté, le gaz passe par le filtre à poussière de gaz déshydraté qui collecte toutes les fines particules qui peuvent provenir des déshydrateurs. Si cette poussière n'est pas filtrée, elle pourrait provoquer des colmatages dans les équipements en aval. Un filtre est en service alors que l'autre est en réserve. Un analyseur d'humidité est présent à la sortie de chaque récipient afin de détecter toute présence d'humidité.

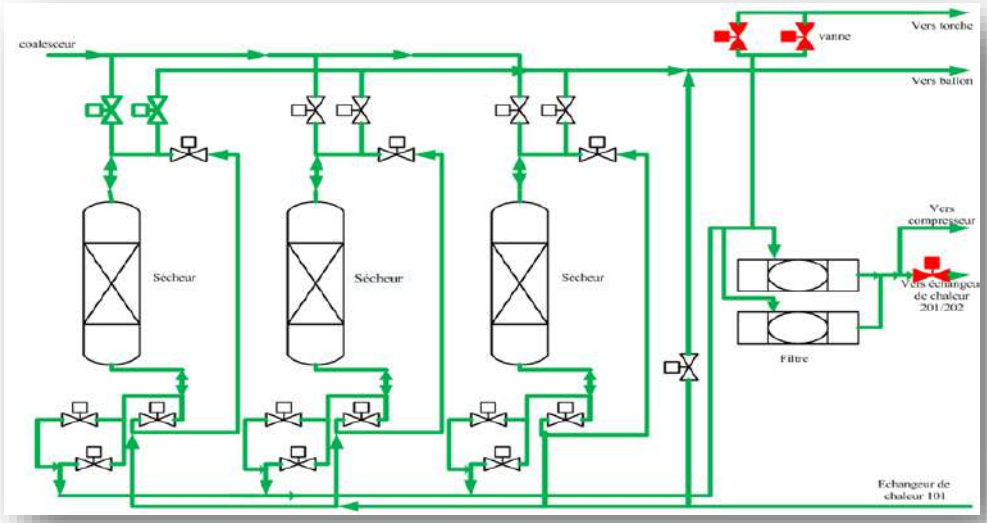


Figure II.4 : Déshydrateurs de gaz (G11).

Après la compression du gaz, ce dernier est réchauffé (l'huile chaude est utilisée comme fluide chauffant) dans le réchauffeur de gaz de régénération permettant d'atteindre la température requise pour vaporiser l'humidité dans les tamis saturés d'eau. Le gaz de régénération chaud s'écoule vers l'amont à travers les sécheurs désorbant l'eau. Le gaz de régénération est refroidi dans le refroidisseur de gaz de régénération du type aéroréfrigérant à ailettes où l'eau est condensée et séparée dans le séparateur d'eau de gaz de régénération. Le gaz provenant du séparateur d'eau de gaz de régénération entre dans le côté tubes du rebouilleur latéral du dééthaniseur (GA-205) avec les flux combinés de gaz de G01 et de G05. D'autre part, le liquide collecté dans le séparateur d'eau de gaz de régénération est envoyé vers le ballon de détente de condensât du slug catcher HP. Pendant le refroidissement, le débit de gaz de régénération est maintenu constant, mais il contourne le réchauffeur.

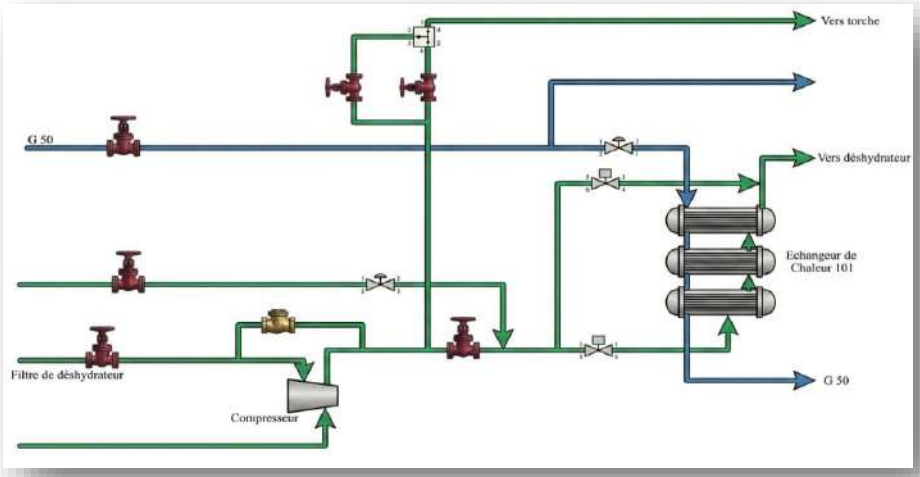


Figure II.5 :
Gaz de régénération (G11).

Après la déshydratation du gaz d'entrée, le gaz entre dans le côté tubes de l'échangeur de chaleur gaz d'alimentation/gaz résiduel froid (GA-201A/B) où il est refroidi par l'échange croisé avec le gaz résiduel froid provenant du côté tubes de l'échangeur de chaleur gaz d'alimentation/liquide de séparateur de charge (GA-202A/B). Le gaz entre ensuite dans le séparateur de charge de l'expander qui sépare le liquide condensé du gaz d'alimentation pendant le refroidissement. Le liquide éliminé est envoyé avec régulation du niveau vers le côté calandre de l'échangeur de chaleur gaz d'alimentation/liquide de séparateur de charge (GA-202A/B) où la partie restante du flux de gaz d'entrée est refroidie avant d'alimenter le dééthaniseur sur la position d'alimentation la plus basse de milieu de colonne.

Les vapeurs quittent le séparateur de charge de l'expander et s'écoulent vers l'expander. Dans ce dernier, la détente de gaz provoque le refroidissement du flux et le produit extrait est utilisé également pour le fonctionnement du compresseur-expander. Le flux de refoulement de l'expander s'écoule ensuite vers la colonne de l'absorbeur en tant que charge près du fond.

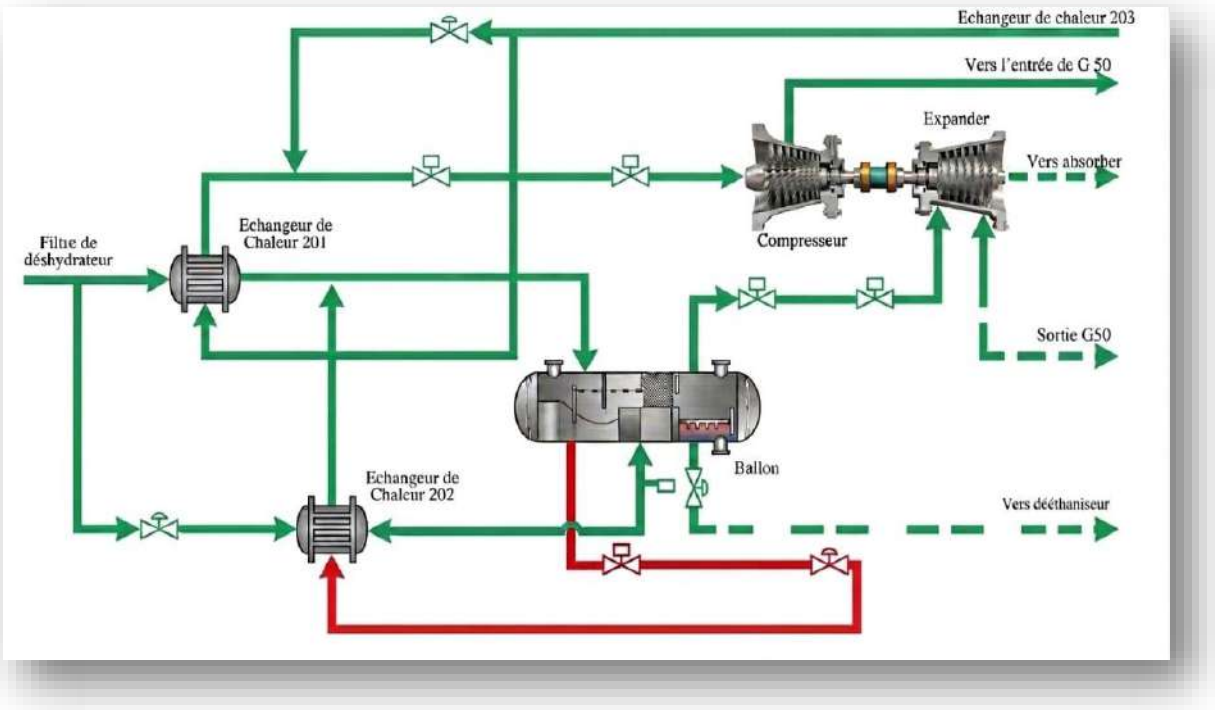


Figure II.6 : Turbo-Expander (G11).

Le liquide au fond de l'absorbeur est envoyé vers la tête du dééthaniseur comme reflux ; ce liquide de reflux condense le propane et les hydrocarbures plus lourds avec des vapeurs quittant la tête du dééthaniseur. Le flux de vapeur de tête sortant du dééthaniseur est refroidi et partiellement condensé dans le côté calandre du condenseur de tête du dééthaniseur (GA-203), par l'échange croisé avec le gaz froid de tête de l'absorbeur, puis envoyé vers l'absorbeur comme reflux. Ce liquide de reflux condense le propane et les hydrocarbures plus lourds montant dans la colonne de l'absorbeur,

augmentant ainsi la concentration d'éthane dans le gaz de tête. La température du gaz de tête est également réduite sous l'effet de la chaleur d'absorption.

Dans la partie inférieure du dééthaniseur, les vapeurs chaudes générées par le rebouilleur du dééthaniseur (GA-204) et le rebouilleur latéral du dééthaniseur (GA-205) extraient l'éthane et les composants plus légers du liquide descendant dans la colonne. Une quantité suffisante de vapeur d'extraction est générée pour maintenir le rapport molaire C_2/C_3. La température des vapeurs provenant du rebouilleur du dééthaniseur est réglée par la circulation d'huile chaude à travers le rebouilleur du dééthaniseur. Le flux de fond riche en GPL est envoyé avec la commande de niveau vers l'unité de stabilisation de condensât/débutanisassions (P10).

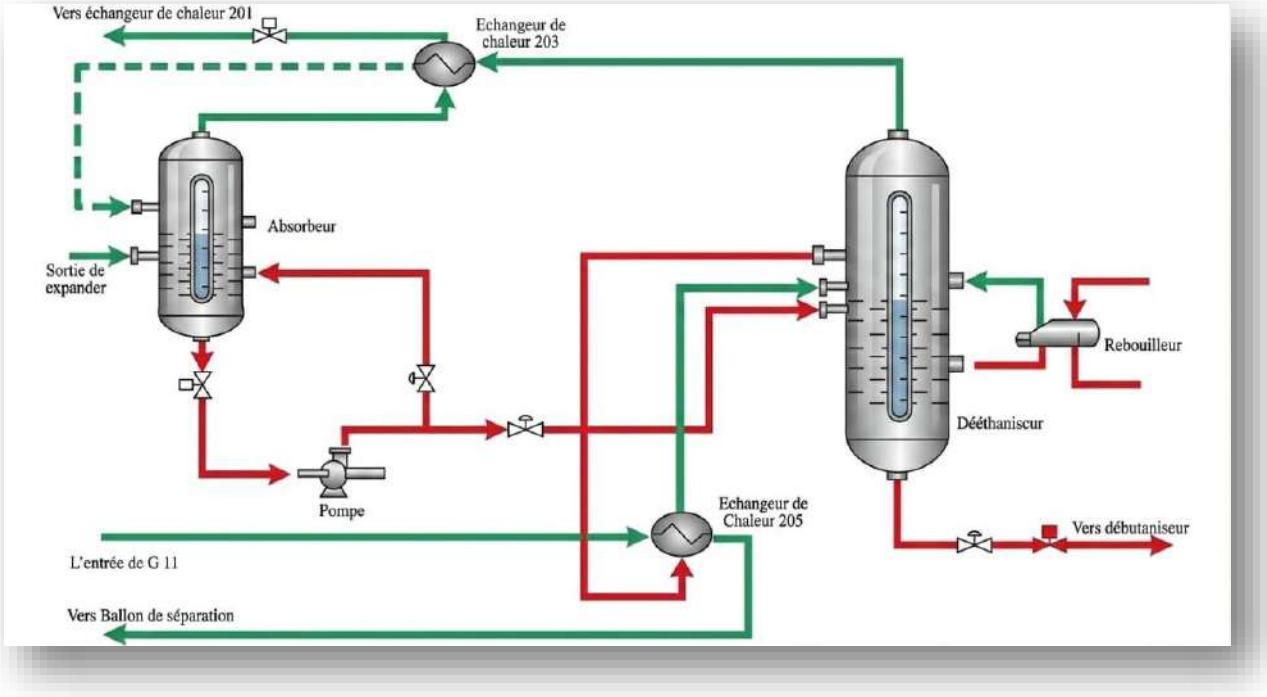


Figure II.7 : Absorbeur/Déethaniseur (G11).

Après avoir regagné la tête de l'absorbeur, le gaz résiduel froid assure d'abord le refroidissement et la condensation partielle des vapeurs sortantes de la tête du dééthaniseur dans le côté calandre du condenseur de tête du dééthaniseur (GA-203) comme déjà écrit. Ce flux de gaz s'écoule vers le côté calandre de l'échangeur de chaleur gaz d'alimentation/gaz résiduel froid (GA-201A/B) où il est réchauffé par l'échange croisé avec le gaz d'entrée comme mentionné plus haut. Le gaz s'écoule ensuite vers le côté compresseur du compresseur-expander. Le gaz résiduel réchauffé à basse pression est ensuite comprimé par le compresseur-expander avant d'être envoyé vers l'unité de compression de gaz résiduel (G50).

1.4 Unité de compression de gaz résiduel G50 :

Cette unité est constituée de deux trains de procédé identiques (Compresseur de gaz résiduel entraîné par une turbine à gaz : 2 x 50%). Il est à noter que, pour simplifier, le train A est utilisé comme référence sauf spécification contraire.

Pendant le traitement du gaz, la pression est réduite pour atteindre les objectifs des produits, et donc, pour expédier le produit de gaz résiduel, la pression doit être augmentée pour permettre le transfert du gaz.

Le compresseur de gaz résiduel (G50-KA-27-101A) est de type centrifuge. Dans les conditions normales, les deux trains du procédé sont en fonctionnement. La tuyauterie est disposée de manière à ce que, en cas de fonctionnement d'un seul train, l'un ou l'autre des compresseurs puisse être utilisé.

Le compresseur est entraîné par la turbine à gaz du compresseur de gaz résiduel (G50-DT-27-101A). Le gaz combustible HP provenant du système de gaz combustible est utilisé pour entraîner la turbine. Le gaz d'échappement de la turbine est utilisé dans le système d'huile chaude.

Le gaz entre dans l'épurateur d'aspiration des compresseurs de gaz résiduel où tout liquide restant est séparé. Après la phase de compression (jusqu'à environ 70 bars. G), le gaz est refroidi. Il faut s'assurer que la température est inférieure à la température maximale du gaz d'expédition en aval du refroidisseur de gaz résiduel. Un système d'injection de GPL est prévu au niveau de l'unité de compression de gaz résiduel.

Le gaz est ensuite expédié via la canalisation et en cas de faible taux d'alimentation de l'usine, une ligne de recyclage est prévue de la sortie du refroidisseur de gaz résiduel à l'entrée du rebouilleur latéral du dééthaniseur pour le démarrage, le fonctionnement en régime réduit et la fourniture de gaz de régénération de secours du déshydrateur.

Le gaz résiduel provenant de l'aspiration du compresseur de gaz résiduel est normalement envoyé vers le système de gaz combustible où il est utilisé comme gaz combustible HP. Cependant, dans le cas du fonctionnement de la vanne J-T, le gaz résiduel provenant du refoulement du compresseur de gaz résiduel peut être également envoyé vers le système de gaz combustible. Le gaz résiduel provenant du refoulement du compresseur est également utilisé comme source de gaz d'étanchéité du compresseur.

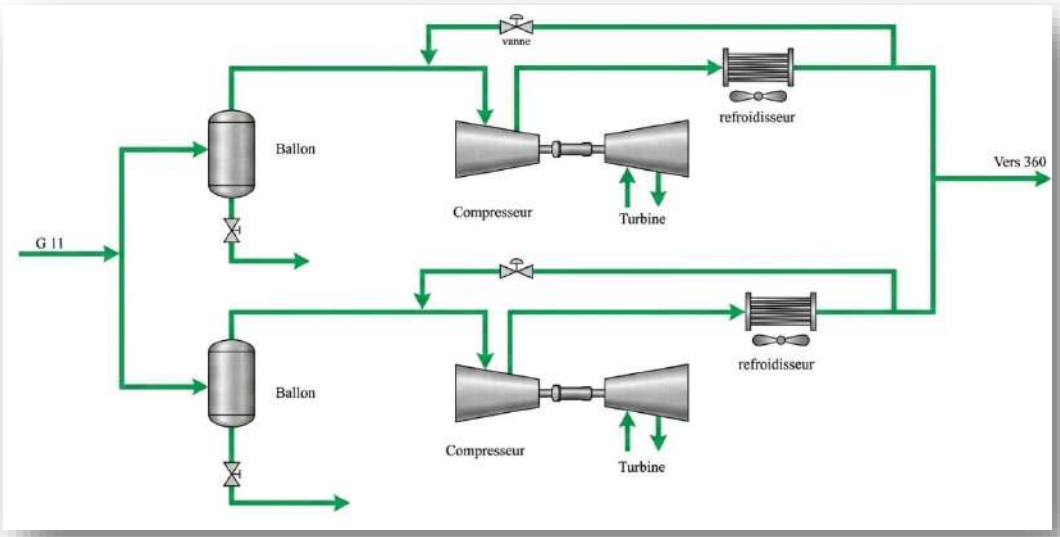


Figure II.8 : Unité de compression de gaz résiduel (G50).

1.5 Unité de stabilisation de condensât/débutanisassions P10 :

Le condensât d'hydrocarbures récupéré provenant du ballon de détente de condensât du slug catcher HP est pompé vers la colonne de stabilisation de condensât à l'aide de la pompe à condensât du slug catcher HP, le condensât passe par le filtre d'alimentation en condensât et le coalesceur d'alimentation en condensât avant d'entrer dans l'unité P10.

La charge liquide passe ensuite par le côté calandre du préchauffeur de charge de la colonne de stabilisation où elle est chauffée par le produit de condensât provenant du côté tubes du préchauffeur de charge du débutaniseur et est ensuite envoyée vers la colonne de stabilisation pour éliminer les fractions légères comme le gaz combustible. Le gaz de tête de la colonne de stabilisation provenant de la colonne de stabilisation est acheminé vers le système de gaz combustible BP comme source. Le gaz de tête de la colonne de stabilisation peut être également envoyé vers l'unité de compresseurs booster (G05) pour recompressions.

Le rebouilleur de la colonne de stabilisation (GA-102) enlève toutes fractions légères présentes dans le liquide de fond. L'huile chaude est utilisée comme fluide chauffant dans le rebouilleur.

Le liquide stabilisé provenant du fond de la colonne de stabilisation entre dans le plateau de tête de la section stripping du débutaniseur comme charge. De même, le liquide récupéré provenant du fond du dééthaniseur dans l'unité de récupération de GPL (G11) est envoyé, après être passé par le côté calandre du préchauffeur de charge du débutaniseur (GA-103), vers le débutaniseur pour séparer le GPL et le condensât.

Le rebouilleur du débutaniseur (GA-104) enlève toutes les fractions légères présentes dans le liquide de fond. L'huile chaude est utilisée comme fluide chauffant dans le rebouilleur.

Le GPL on-spec, après être passé par le condenseur de tête du débutaniseur et le ballon de recette de tête du débutaniseur, est pompé par la pompe de reflux du débutaniseur vers les sphères de stockage de GPL on-spec. Le GPL off-spec, si produit à cause d'un fonctionnement anormal, doit être détourné vers la sphère de stockage de GPL off-spec par la pompe de reflux du débutaniseur.

Le GPL off-spec est envoyé vers le ballon de détente de condensât du slug catcher HP dans l'unité (G01) pour retraitement. Le condensât on-spec est acheminé vers les bacs de stockage de condensât après être passé par le côté tubes du préchauffeur de charge du débutaniseur (GA-103), le côté tubes du préchauffeur de charge de la colonne de stabilisation (GA-101A/B) et l'aéroréfrigérant. En cas de production de condensât off-spec, ce dernier doit être dévié vers le bac de condensât off-spec à toit fixe. Le condensât off-spec est renvoyé vers le ballon de détente de condensât du slug catcher HP pour retraitement.

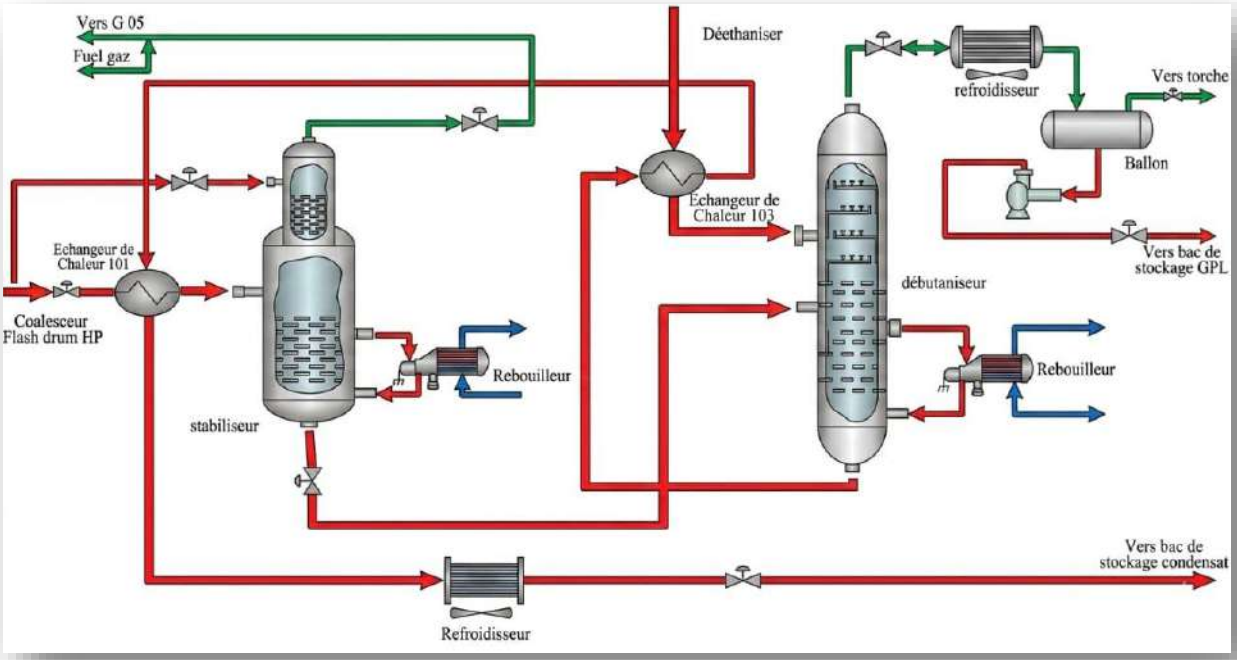


Figure II.9 : Unité de stabilisation de condensât/débutanisassions (P10).

1.6 Unité de stockage de GPL et de condensât :

Le GPL et le condensât produits sont stockés temporairement sur site avant d'être expédiés via les conduites de transport exploitées par **SONATRACH**.

- Les dispositifs de stockage du GPL sont les suivants :
  - Deux sphères d'un volume de 500 m^3 chacune (système 31G).
  - Une sphère d'un volume de 500 m^3 (système 39G).
- Les dispositifs de stockage de condensât sont les suivants :
  - Deux bacs de stockage à toit flottant d'un volume de 5000 m^3 chacun (système 31C).
  - Un bac de stockage à toit fixe d'un volume de 3000 m^3 (système 39C).

1.7 Comptage de gaz et canalisation d'expédition 36V et 16V :

Le gaz résiduel provenant du refroidisseur de gaz résiduel (G50) est acheminé vers le poste de comptage de gaz résiduel puis vers la canalisation d'expédition de gaz résiduel. La canalisation d'expédition de gaz résiduel consiste en deux gares de racleur départ et arrivée pour la canalisation d'expédition de gaz résiduel.

Pendant le démarrage, le gaz résiduel provenant de la canalisation d'expédition est renvoyé vers le système de gaz combustible comme source et également vers le réseau de torche comme alimentation de secours pour le pilote de la torche et la purge.

1.8 Utilités :

1.8.1 Système de gaz combustible (410) :

Le système se répartit en deux catégories : gaz combustible HP et gaz combustible BP.

- **En fonctionnement normal, les sources de gaz combustible HP sont :**
  - **a.** Aspiration du compresseur de gaz résiduel : le gaz sec provenant du collecteur de l'aspiration du compresseur de gaz résiduel est la source primaire de gaz combustible HP. La pression de service du gaz combustible HP au niveau de la charge de base (BL) de la turbine doit être au minimum de 23,5 barg conformément aux exigences applicables à la turbine à gaz.
  - **b.** Refoulement du compresseur de gaz résiduel : le gaz sec provenant de la conduite de refoulement du compresseur jusqu'à la vanne de contrôle est la source secondaire/de secours du gaz combustible haute pression. Cette source de gaz combustible n'est utilisée que pour un fonctionnement de courte durée pendant l'opération de recyclage du compresseur de gaz résiduel liée à une perturbation des systèmes situés en amont.
- **Les sources de gaz combustible BP sont :**
  - **a.** Le ballon de détente du séparateur de condensat BP est une source primaire de gaz combustible pour le réchauffeur d'huile et les autres utilisations de gaz combustible.
  - **b.** Les vapeurs provenant du ballon de détente du séparateur de condensat HP, peuvent servir comme source secondaire pour le système de gaz combustible BP.
  - **c.** Les vapeurs BP provenant de la tête de la colonne de stabilisation peuvent servir comme alimentation de secours en gaz combustible BP.
  - **d.** Le gaz combustible BP peut aussi provenir de la détente du gaz combustible HP.

Le réchauffeur d'huile, les purgeurs pilotes de torches sont alimentés par un gaz provenant du ballon tampon de gaz combustible BP.

1.8.2 Système d'huile chaude (480) :

Ce système consiste en une boucle fermée de circulation. L'huile chaude est pompée à partir du ballon d'expansion d'huile chaude en passant par les récupérateurs de chaleur perdue se trouvant à l'échappement des turbines à gaz et le réchauffeur d'huile, puis circule à travers les échangeurs de chaleur suivants afin de servir de fluide chauffant :

- ✓ Echangeur de gaz de régénération ;
- ✓ Rebouilleur du dééthaniseur ;
- ✓ Rebouilleur du stabilisateur ;
- ✓ Rebouilleur du débutaniseur ;

- ✓ Surchauffeur du gaz combustible BP ;
- ✓ Ballon tampon du réseau de torche froide et sèche ;
- ✓ Ballon tampon du réseau de torche commune.

L'huile chaude retourne ensuite au ballon d'expansion d'huile chaude. Les récupérateurs de chaleur perdue ne peuvent pas fournir toute la chaleur requise pour le procédé, ce qui fait que la chaleur manquante est fournie par le réchauffeur d'huile.

Deux pompes de circulation d'huile chaude sont prévues pour faire circuler l'huile chaude dans le système. Un filtre d'huile chaude situé en aval des pompes pour filtrer environ 10% de l'huile pompée.

Un système d'équilibrage du débit est prévu pour maintenir le débit à un niveau constant, permettant à l'huile chaude de contourner les équipements en assurant une circulation continue et une pression d'huile d'alimentation stable. Un refroidisseur bypass d'huile chaude est prévu pour absorber l'excès de chaleur du système.

Un réseau fermé de vidange est connecté au ballon de vidange d'huile chaude pour récupérer tout drain d'huile chaude provenant d'un équipement. Une pompe de vidange d'huile chaude est prévue pour diriger l'huile chaude provenant du ballon de vidange soit vers le réservoir de stockage ou vers le ballon d'expansion d'huile chaude.

1.8.3 Système eau utilités / eau potable (4A0/4P0) :

L'eau brute provenant des puits est pompée afin d'alimenter le système eau utilités et le système eau incendie. L'eau incendie est stockée dans des réservoirs de stockage d'une capacité de 12 000 m³ chacun (Unité 700). L'eau utilités est stockée dans des réservoirs d'une capacité de 400 m³ chaque. Les pompes à eau utilités alimentent en eau les stations utilités de chaque secteur du process et la station osmose inverse.

Les membranes de la station d'osmose inverse filtrent l'eau utilités. L'eau filtrée est ensuite désinfectée à l'hypochlorite de sodium afin d'obtenir de l'eau potable qui est stockée dans des réservoirs d'une capacité de 30 m³ chacun. L'eau concentrée sortante des membranes d'osmose inverse est envoyée au bassin d'évaporation.

1.8.4 Système de traitement des eaux usées / système de drainage à ciel ouvert/ bassin d'évaporation :

Le système de traitement des eaux usées comprend un ballon de dégazage, l'ensemble séparateur CPI et un ballon des rejets à retraiter. L'eau produite est d'abord dégazée dans le ballon de dégazage puis envoyé à l'ensemble séparateur CPI pour l'élimination des hydrocarbures. Le gaz sortant du ballon de dégazage est envoyé au système torche BP (Unité 800).

Les hydrocarbures recueillis dans l'ensemble séparateur CPI sont collectés dans le ballon des rejets à retraiter et envoyés au ballon de drainage du condensat des installations de traitement du condensat hors spécifications (Unité 39C). L'eau traitée provenant de l'ensemble séparateur CPI est transférée au bassin d'évaporation par gravité.

Le système de drainage à ciel ouvert permet de collecter les eaux de surface contaminées comme les eaux de pluie et l'eau incendie. Ces drains sont envoyés au bassin des eaux contaminées par gravité via des canalisations souterraines et aux stations de relevage des eaux contaminées.

Le bassin des eaux contaminées comprend une section d'écrémage de l'huile et une section de stockage de l'eau. Les drains passent d'abord dans la section d'écrémage de l'huile pour séparer l'huile de l'eau avant d'être stockés dans la section de stockage de l'eau dont la capacité est suffisante pour contenir un volume d'eau entrant en cas de chute de pluie sur 24 heures maximum

(45 mm/jour). L'eau se trouvant dans la section de stockage de l'eau est envoyée à l'ensemble séparateur CPI par la pompe du bassin des eaux contaminées.

Dans le cas de présence d'hydrocarbures flottant dans la section écrémage de l'huile, la pompe d'écrémage du bassin des eaux contaminées est mise en service pour envoyer ces hydrocarbures au ballon des rejets à retraiter.

Dans le cas contraire, l'eau est envoyée directement au bassin d'évaporation via la station de relevage d'eau propre.

1.8.5 Système eaux sanitaires (460) :

Ce système est conçu pour traiter les eaux usées sanitaires produites dans les bâtiments. Le système des eaux sanitaires comprend trois stations de relevage des eaux usées et un ensemble de traitement des eaux usées (Sewage). Le système collecte, transfère, traite et rejette les eaux usées sanitaires.

L'ensemble de traitement des eaux usées est une unité préfabriquée pour le traitement biologique des effluents. L'effluent final provenant de l'ensemble de traitement des eaux usées est transféré au bassin d'évaporation. L'excès de boue de l'ensemble de traitement des eaux usées est séché dans la fosse de stockage des boues sanitaires.

1.8.6 Système air instrument et air service / Système gaz inerte N_2 (420/430) :

L'air atmosphérique est comprimé par un système comprenant quatre compresseurs d'air (capacité de 4 x 33%). A la sortie des compresseurs l'air est stocké dans un ballon pour être envoyé aux ensembles de sécheurs d'air.

Chaque ensemble comprend un sécheur d'air type sans chaleur, un préfiltre et un filtre anti-poussières. L'air instrument sec est reçu dans un ballon puis envoyé aux utilisateurs d'air instrument et aux ensembles générateurs d'azote.

L'azote est fourni aux divers utilisateurs des installations CPF comme gaz tampon pour plusieurs compresseurs, gaz d'isolation pour plusieurs récipients et réservoirs et gaz d'extinction pour le réchauffeur d'huile chaude en cas d'incendie.

Le gaz azote est produit à partir d'air instrument par les ensembles générateurs d'azote constitués de générateurs d'azote à membrane. La teneur en oxygène de l'azote ne doit pas dépasser 2%mol. L'azote est distribué aux utilisateurs via un ballon d'aspiration de compresseur d'azote.

Une partie du gaz est comprimée à 30 barg par des compresseurs d'azote et stockée dans un ballon.

1.8.7 Système carburant diésel (440) :

Le carburant diésel est utilisé pour les pompes à eau incendie à moteur diésel (Unité 700) et pour le générateur de secours à moteur diésel (Unité 6P0).

Le carburant diésel est distribué depuis le réservoir de stockage du carburant diésel au réservoir journalier de carburant diésel des pompes de suralimentation d'eau incendie à moteur diésel et au réservoir journalier de carburant diésel du générateur de secours.

Le carburant diésel est déchargé des camions citernes dans le réservoir de stockage du carburant diésel à l'aide d'une pompe de distribution.

Le carburant diésel est distribué au réservoir journalier de carburant diésel des pompes à eau incendie à moteur diésel et au réservoir journalier de carburant diésel du générateur de secours par la pompe de distribution via un filtre.

1.8.8 Générateurs diésel de secours (6P0/BID) :

L'ensemble générateur de secours à moteur diésel (6P0-UX-83-101) est conçu pour assurer une alimentation électrique en cas de défaillance électrique au sein de CPF. Le système comprend un réservoir journalier de carburant diésel et un générateur de secours à moteur diésel.

L'ensemble générateur de secours à moteur diésel de la sous-station d'Unité IB est conçu pour assurer l'alimentation électrique en cas de défaillance électrique dans les bâtiments de CPF.

1.9 La zone de torchage :

Des torches et un bourbier sont associés au centre CPF : une torche froide sèche, une torche commune, une torche basse pression et un bourbier (Burn pit).

Ces systèmes de torchage sont dimensionnés pour le cas d'émission de gaz maximale et suivent les spécifications des standards API RP-520/521 (**American Petroleum Institute**). Les torches verticales sont de type subsonique.

a. Torche Froide Sèche :

La torche froide se compose d'un collecteur, d'un séparateur muni d'un réchauffeur et d'une torche de brûlage verticale. Ce système traite les vapeurs sèches et froides à des températures susceptibles d'être inférieure à -46ºC à la pression atmosphérique. Le séparateur et le réchauffeur séparent les liquides des vapeurs et le réchauffeur permet la vaporisation des liquides ainsi obtenus et de réguler le niveau dans le séparateur.

b. Torche Commune :

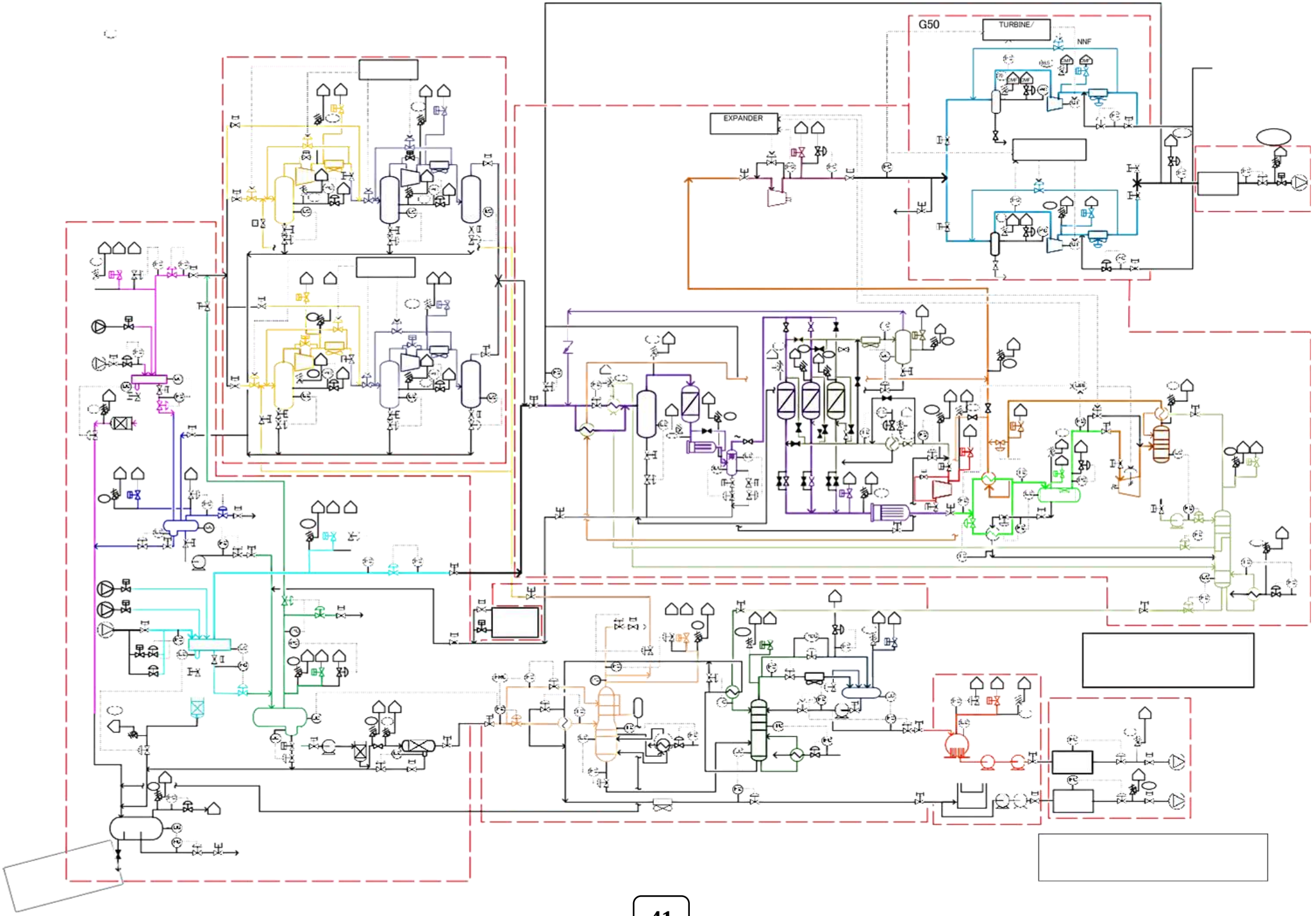
La torche commune se compose également d'un collecteur, d'un séparateur associé à un réchauffeur et d'une torche de brûlage verticale. Ce système prend en charge les vapeurs humides et les reliquats du système de torche froide sèche. Le séparateur et le réchauffeur séparent les liquides et le réchauffeur maintient la température du séparateur au-dessus de 0ºC afin d'éviter la formation de gel.

Les liquides sont envoyés au bac de condensât hors spécifications (off-spec) après un passage dans une colonne de dégazage, ou sont envoyés au bourbier par le système de gestion de niveau.

c. Torche Basse Pression :

La torche basse pression se compose d'un collecteur et d'une torche de brûlage verticale. Elle prend en charge les vapeurs à basse pression issues du bac de condensats hors spécifications.

Figure II.10 : Schéma de Procédé de l'Usine de Traitement et de Fractionnement de Gaz - Kassi El Touil (Hassi Messaoud)


G50
TURBINE
NNF
EXPANDER

2 Méthodes d’analyses des risques .[4]

2.1 La méthode HAZOP :

2.1.1 Historique sur HAZOP et domaine d’application :

La méthode HAZOP, développée par Imperial Chemical Industries en 1965, révolutionne la gestion des risques industriels en anticipant les dangers potentiels grâce à une analyse minutieuse des processus. Inspirée par la tragédie de Flixborough en 1974, où une explosion dévastatrice a mis en évidence le besoin crucial d'évaluation des risques, la méthode HAZOP devient essentielle dans les industries à haut risque comme le pétrole, la chimie et la fabrication. Son adoption généralisée témoigne de son efficacité dans la prévention des incidents graves en identifiant les écarts par rapport

aux conditions normales de fonctionnement. En intégrant la méthode HAZOP, les entreprises améliorent la sécurité de leurs installations et la santé de leurs travailleurs. Elle favorise une culture de sécurité proactive en mettant l'accent sur la prévention plutôt que sur la réaction aux événements indésirables. En renforçant la résilience des entreprises, elle contribue à un environnement de travail plus sûr et sécurisé.

2.1.2 Principe de la méthode :

La méthode HAZOP repose sur un processus systématique et rigoureux utilisant des "mots guides" pour détecter méthodiquement les écarts par rapport à l'intention de conception d'un système. Ce système est divisé en parties, chaque partie étant examinée pour identifier ses éléments clés. Pendant l'analyse, des mots guides standardisés sont utilisés pour explorer toutes les variations possibles par rapport à l'intention de conception de chaque partie. Cette approche exhaustive permet d'identifier les écarts potentiels et les scénarios à risque, fournissant ainsi une base solide pour la mise en œuvre de mesures correctives et préventives. En résumé, la méthode HAZOP offre une approche structurée et détaillée pour l'identification et l'évaluation des risques dans les systèmes industriels, contribuant ainsi à renforcer leur sécurité et leur fiabilité.

2.1.3 Déroulement :

La méthode et le déroulement d'une étude HAZOP conformément à la norme CEI : 61882 « Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) Guide d'application ». Et qui consiste en la réalisation des étapes suivantes :

• Sélectionner une ligne ou un équipement.

• Choisir un paramètre de fonctionnement.

La température, La pression, Le débit, Le niveau, La concentration, L'agitation, La composition, La séparation ...

➢ Colonne 1 "mots-clés"

• Plus de.

• Moins de.

• Inverse.

• Pas de.

➢ Colonne 2 "Déviation"

La combinaison de paramètres avec les mots-clés précédemment définis permet donc de générer des dérives de ces paramètres. Par exemple :

❖ "Plus de" et "Température" = "Température trop haute".

❖ "Moins de" et "Pression " = "Pression trop basse".

❖ "Inverse" et "Débit" = « Retour de produit".

❖ "Pas de" et "Niveau" = "Capacité vide".

➢ Colonne 3 et 4 "Causes et conséquences de la dérive"

Après avoir envisagé la dérive, il est nécessaire d'identifier à la fois les causes et les éventuelles conséquences de celle-ci.

➢ Colonne 5, 6 et 7 "Moyens de détection, Sécurités existantes et Propositions d'amélioration"

• Moyens de détection : Cette colonne devrait contenir des informations sur les moyens existants ou proposés pour détecter les déviations par rapport aux conditions normales de fonctionnement. Il peut s'agir de capteurs, d'alarmes, de systèmes de surveillance, etc.

• Sécurités existantes : Cette colonne devrait répertorier les mesures de sécurité déjà en place pour prévenir les accidents ou les incidents liés à la déviation identifiée. Il peut s'agir de dispositifs de protection, de procédures opérationnelles, de formations du personnel, etc.

• Propositions d'amélioration : Cette colonne devrait contenir des recommandations pour améliorer les moyens de détection et renforcer les mesures de sécurité existantes afin de réduire les risques associés à la déviation identifiée. Il peut s'agir de modifications des équipements, de mises à jour des procédures, de formations supplémentaires, etc.

Tableau de l'HAZOP : [8]

Tableau n :				Titre de l'étude HAZOP :		
Equipement :				Paramètre :		
Déviation		Causse	Conséquence	Barriere		Recommandation
Paramètre	Mot-clé			Prévention	Protection	

Explication du tableau : [9]

- ✓ Dans un premier temps, choisir une ligne ou de la maille. Elle englobe généralement un équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procédé identifiée au cours de la description fonctionnelle.
- ✓ Choisir un paramètre de fonctionnement.
- ✓ Retenir un mot-clé et générer une dérive.
- ✓ Vérifier que la dérive est crédible.

- ✓ Identifier les causes et les conséquences potentielles de cette dérive.
- ✓ Examiner les moyens visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets.
- ✓ Proposer, le cas échéant, des recommandations et améliorations.
- ✓ Retenir un nouveau mot-clé pour le même paramètre et reprendre l'analyse au point 3.
- ✓ Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau paramètre.
- ✓ Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne et reprendre l'analyse.

2.1.4 Usage :[8]

HAZOP est le mieux adapté pour évaluer les dangers dans les installations, les équipements et les processus et est capable d'évaluer les systèmes sous plusieurs angles :

En phase de Conception et de réalisation :

- ✓ Évaluer la capacité de conception du système à répondre aux spécifications des utilisateurs et aux normes de sécurité
- ✓ Identifier les faiblesses des systèmes Environnements physiques et opérationnels
- ✓ Évaluer l'environnement pour s'assurer que le système est correctement situé, pris en charge, entretenu, confiné, etc.

En phase d'exploitation et des Contrôles opérationnels :

- ✓ Évaluer les contrôles techniques (ex : automatisation), les séquences d'opérations, les contrôles procéduraux (ex : interactions humaines), etc.
- ✓ Évaluer différents modes de fonctionnement - démarrage, veille, fonctionnement normal, états stables et instables, arrêt normal, arrêt d'urgence, etc.

CHAPITRE III :

Etude de cas :

Etude HAZOP sur le four 480_FA_41_101

(Circuit du L'huile Chaude)

1. L’historique du four à huile chaude .[5] [6] [7]

Les premiers fours apparaissent dans l’Antiquité pour la cuisson et la métallurgie, utilisant des combustibles solides. Avec la révolution industrielle, les chaudières à vapeur dominent le chauffage industriel, mais leur fonctionnement à haute pression pose des risques.

Au début du XX^{e} siècle, le chauffage par huile thermique est introduit pour fournir des températures élevées à basse pression, améliorant ainsi la sécurité. Les premiers fours à huile chaude se développent entre les années 1930 et 1950.

À partir des années 1960, les conceptions s’améliorent avec des sections radiantes et convectives, donnant naissance à des fours plus performants, comme les modèles verticaux cylindriques.

Aujourd’hui, ces fours sont optimisés pour offrir efficacité énergétique, sécurité et faible impact environnemental, et sont largement utilisés dans l’industrie.

2. Description du Four :

Un four à huile chaude de type vertical cylindrique radiant avec une section à convection horizontale et une cheminée, est un équipement thermique industriel conçu pour chauffer un fluide caloporteur (huile thermique) qui servira ensuite à transférer la chaleur vers différents procédés.

Dans cette configuration précise, il s’agit d’un four vertical cylindrique à rayonnement avec une section de convection horizontale et une cheminée d’évacuation des fumées.

Le corps principal du four est une enceinte cylindrique verticale dans laquelle se trouve la chambre de combustion. Les brûleurs, situés en partie basse, produisant une flamme qui monte verticalement. La chaleur est principalement transmise par rayonnement aux serpentins (tubes) disposés autour de la flamme. Ces tubes contiennent l’huile thermique à chauffer.

Au-dessus ou en aval de la section radiante se trouve une section de convection horizontale. Dans cette zone, les gaz chauds issus de la combustion, encore chargés d'énergie, circulent horizontalement à travers un faisceau tubulaire. Ici, la chaleur est récupérée par convection, ce qui améliore le rendement global du four en préchauffant davantage l'huile.

Les fumées, après avoir cédé une grande partie de leur chaleur, sont ensuite dirigées vers une cheminée verticale, qui assure leur évacuation vers l'atmosphère tout en maintenant un tirage adéquat dans le four.

❖ **Ce type de four présente plusieurs avantages :**

- une bonne efficacité thermique grâce à la combinaison rayonnement/convection
- une conception compacte en configuration verticale
- une distribution homogène de la chaleur
- une adaptation aux installations industrielles nécessitant des températures élevées sans pression élevée

Il est couramment utilisé dans des secteurs comme la pétrochimie, l'agroalimentaire ou les procédés industriels nécessitant un chauffage indirect stable et contrôlé.

❖ **caractérisique du four 480-FA-41-101 : [2]**

TAG NAME	**480-FA-41-101**
Nombre de brûleurs	**8**
Chaleur fournie max./Brûleur (GCAL/H)	**2,695**
Chaleur fournie norm./Brûleur (GCAL/H)	**2,45**
Chaleur fournie min. /Brûleur (GCAL/H)	**0,44**
Excès d'air de calcul (%)	**25**
Température d'entrée four de l'huile (°C)	**260/270**
Température de sortie four de l'huile (°C)	**280/290**
Type de l'huile chaude utilsée	**TORADA TC32**

Tableau III.1 : caractérisique du four

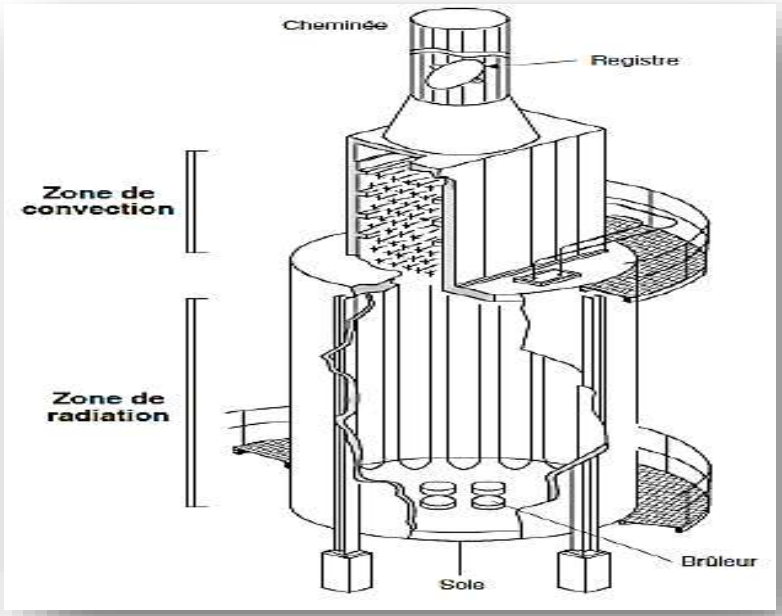


Figure III.1 : Schéma simplifié du Four

3. DEFINITION DES TERMES [2]

3.1 Alimentation du procédé

L'alimentation du procédé désigne le flux de fluide à chauffer dans les tubes du réchauffeur à brûleurs.

3.2 Section radiante

La partie du réchauffeur dans laquelle la chaleur est transférée aux tubes principalement par radiation des flammes de brûleur.

La majorité du transfert de chaleur s'effectue dans cette section.

3.3 Section à convection

La partie du réchauffeur dans laquelle la chaleur est transférée aux tubes principalement par convection. Ceci est parfois également appelé une section économiseur. Cette section à convection possède à la fois une section à tubes lisses et une section à tubes à surface étendue.

3.4 Température au mur d'autel

Cette température est la température d'équilibre ou résiduelle des fumées après refroidissement par le transfert de chaleur par radiation. Ceci est mesuré à la sortie de la chambre de combustion. Pour le réchauffeur à tirage ascendant, ce point est situé en haut d'une Section radiante.

3.5 Tirage

Ceci désigne une pression créée par la différence de force ascensionnelle entre les fumées chaudes et l'air ambiant. Le tirage est mesuré par indicateur de tirage. Le tirage est nécessaire pour aspirer l'air de combustion à travers les registres de contrôle d'air sur tous les brûleurs et rejeter les fumées d'échappement au moyen d'une cheminée de réchauffeur.

3.6 Excès d'air

L'air de combustion est fourni en excès par rapport à la quantité théoriquement requise pour réaliser une combustion totale. Ceci est indiqué en tant que quantité d'air requise.

3.7 Rendement

Chaleur totale absorbée divisée par le débit calorifique obtenu de la combustion de combustible uniquement (base : pouvoir calorifique inférieur).

3.8 Pouvoir calorifique inférieur (PCI)

Cette valeur est le pouvoir calorifique supérieur moins la chaleur latente d'évaporation de l'eau formée par combustion de l'hydrogène dans le combustible.

3.9 Pouvoir calorifique supérieur (PCS)

Cette valeur est la chaleur totale obtenue par la combustion d'un combustible spécifié à 15,6°C (60°F).

4 INSPECTION ET PREPARATION AVANT LE DEMARRAGE INITIAL

Avant le démarrage initial du réchauffeur, une inspection soigneuse doit être effectuée conformément à ce manuel et aux manuels de référence.

Confirmez l'installation des tubes, supports de tubes et raccords, et confirmez que le réfractaire a été appliqué correctement comme indiqué dans les dessins concernés.

Si une quelconque déconnexion d'une section du réchauffeur a pris place, ou si l'unité a été arrêtée pour une longue période, des vérifications et inspections appropriées doivent être effectuées en préparation de la remise en service.

4.1 Brûleurs

- ✓ Vérifiez la position des blocs de brûleurs et l'orientation du bec d'après les dessins des brûleurs. Assurez-vous que tous les becs de brûleurs sont placés correctement et que les tuyauteries de combustible sont adéquatement raccordées. Si le bec est incorrectement positionné, des formes de flamme incorrectes peuvent causer des dommages aux garnissages du réfractaire ou aux tubes.
- ✓ Vérifiez que l'intérieur de chaque brûleur est propre et que le nez est dépourvu de poussière.
- ✓ Consultez les instructions V-2156-001-A-822 MANUEL D'UTILISATION ET D'INSTALLATION POUR BRULEUR.

4.2 Instrumentation

Vérifiez toute l'instrumentation. Vérifiez la lisibilité des enregistreurs et indicateurs et la fonction de transmission de l'instrumentation. En particulier, toutes les vannes d'arrêt d'urgence doivent fonctionner correctement.

4.3 Portes et registres

- ✓ Vérifiez que toutes les portes d'accès sont correctement fermées.
- ✓ Vérifiez que toutes les portes d'observation sont hermétiquement fermées. Dans le cas contraire, une infiltration d'air excessive dégradera le rendement et les performances du brûleur.
- ✓ Vérifiez que le registre de cheminée bouge sans problèmes.

4.4 Structure

- ✓ Vérifiez que tout le travail sur le terrain est terminé. Les zones critiques sont les principaux points de transfert de charge, tels que la base de la cheminée, les supports de murs de convection, les liaisons entre la zone de convection et la zone de radiation et les bases de la zone de radiation.

4.5 Tubes du réchauffeur et collecteurs

- ✓ Confirmez que toutes les tuyauteries et leurs accessoires sont placés correctement conformément aux dessins concernés et que toutes les brides pleines pour les essais ont été entièrement retirées.

5 SECHAGE INITIAL DU RECHAUFFEUR

5.1 Généralités

Cette procédure décrit les précautions et procédures de séchage pour le matériau réfractaire coulé et les pièces associées avant le démarrage.

La raison de l'opération de séchage est que la couche nouvellement installée de matériau réfractaire coulé contient une quantité importante d'humidité et d'hydrate à la fois en surface et dans le réfractaire. Il est essentiel de retirer l'humidité par une procédure graduelle contrôlée pour protéger le garnissage des dommages et minimiser le retrait superficiel pendant le Séchage.

5.2 Courbe de chauffe pour le séchage du réchauffeur

- ✓ Le plan de Séchage doit être mis en œuvre d'après la courbe de chauffe ci-jointe.
- ✓ Il est nécessaire de surveiller au moins la température des fumées 41-TI-1012 & 1033.
- ✓ Il est recommandé de faire circuler un fluide de refroidissement (N2 ou air) dans les tubes pour prévenir la surchauffe.
- ✓ Il est recommandé de suivre l'opération de Séchage à la première étape initiale dans les conditions suivantes.
  a. Au cas où le réchauffeur serait laissé inutilisé pour de longues périodes (6 mois ou plus).
  b. Au cas où les surfaces réfractaires seraient humidifiées par la pluie ou l'humidité.
  c. Après la fin de la cure de la prise initiale du réfractaire.

5.3 Procédure de séchage

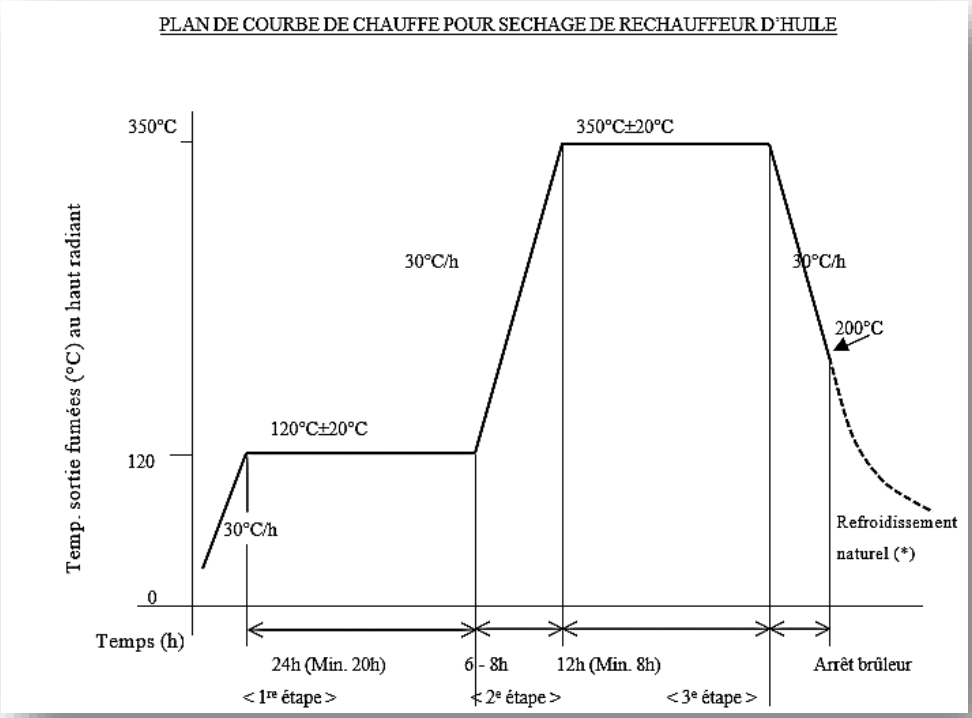
- ✓ L'opération de séchage doit être effectuée par l'action du tirage naturel.
- ✓ La procédure opérationnelle sera conforme à la section 8. « Opérations de démarrage du réchauffeur ». Le séchage sera effectué soigneusement en mode manuel pour maintenir une allure de combustion très basse des brûleurs.
- ✓ Allumez un brûleur pilote conformément à V-2156-001-A-822 MANUEL D'UTILISATION ET D'INSTALLATION POUR BRULEUR. Les autres brûleurs pilotes devront être allumés à tour de rôle.

- ✓ Après l'allumage de tous les brûleurs pilotes, allumez le brûleur principal et augmentez les niveaux de combustion des brûleurs. Ensuite, allumez tour à tour les brûleurs suivants. Il vaut mieux allumer tous les brûleurs à une combustion minimale plutôt que d'allumer quelques brûleurs à une capacité de combustion supérieure.
- ✓ Au premier degré de séchage, les allures de combustion des brûleurs devront être réglées pour s'assurer qu'un taux d'accroissement de la Température du mur d'autel (fond supérieur de la zone de radiation) 41- TI-1033 de 30°C/h est maintenu jusqu'à atteindre 120°C□20°C, puis les niveaux de combustion devront être maintenus pendant 24 heures. Si la vitesse de croissance de la température est trop élevée à la chauffe d'un seul brûleur, introduisez de l'air diluant à partir des autres brûleurs, qui ne sont pas en combustion.
- ✓ A la deuxième étape, les allures de combustion des brûleurs devront être accrues pour maintenir un taux de croissance de la température 41-TI-1033 de 30°C/h jusqu'à atteindre 350°C□20°C, puis les niveaux de combustion devront être maintenus pendant 12 heures.
- ✓ A la troisième étape, le réchauffeur devra être refroidi pour inspection. Le taux de décroissance de la température des fumées ne doit pas dépasser 30°C/h jusqu'à ce que la Température du mur d'autel 41- TI-1033 descende à 200°C.

5.4 Inspection après le Séchage

- ✓ Après le séchage initial, une bonne pratique est de mettre à l'arrêt et d'inspecter les dommages au garnissage, le tube et les supports de tubes, le brûleur et les dalles de brûleur et le réfractaire. Tout dommage observé devra être correctement réparé.
- ✓ Avant d'entrer dans le caisson du réchauffeur, les conditions de l'intérieur du réchauffeur (température, O2, etc.) devront être vérifiées pour assurer la sécurité.
- ✓ Vérifiez ensuite l'intérieur du réchauffeur, en particulier le réfractaire et le matériau coulé y compris les dalles de brûleur. Inspectez entièrement la surface du matériau réfractaire coulé et les dalles de brûleur pour vous assurer qu'il n'y

a ni dommages ni retrait excessif. Toute fissure de retrait supérieure à 3 mm de largeur doit être réparée avec un matériau à fibre céramique.



(*) Il est recommandé de refroidir le réchauffeur avec tous les registres fermés.

6 UTILISATION GENERALE DU RECHAUFFEUR

6.1 Brûleur

Les brûleurs doivent être réglés pour ne jamais causer de contact de la flamme sur les tubes. Une densité de chaleur supérieure causée par un contact de flamme résulte en un transfert de chaleur supérieur, ce qui provoque la formation de coke dans le tube par surchauffe locale de ce dernier. Le contact de flamme sur le tube réduira fortement la vie du tube et peut causer une sérieuse défaillance de ce dernier.

6.2 Excès d'air

L'excès d'air de calcul est de 25%, mais le taux d'excès d'air devra être réglé en fonction des conditions d'exploitation/de charge du réchauffeur. Un fort excès d'air réduira le rendement du réchauffeur. Un fort excès d'air peut toutefois être applicable pour maintenir une flamme stable en exploitation à faible charge. Moins d'excès d'air augmentera le contenu de poussière et de CO et mènera à une post-combustion, qui causera de sérieux dommages au réchauffeur.

6.3 Contrôle du tirage

Le tirage est un élément important qui doit être observé attentivement lors du réglage du fonctionnement du réchauffeur pour obtenir un fonctionnement sûr et économique. Ce réchauffeur est conçu pour un fonctionnement à tirage naturel sous la pression négative. Il est important de surveiller soigneusement les conditions du tirage afin de ne pas augmenter la pression à la Section à voûte radiante. Ce réchauffeur est conçu sur une base d'environ –0,25 mbarg ou moins.

6.4 Post-combustion

- ✓ En raison d'un air de combustion insuffisant, la « post-combustion » peut survenir là ou l'air ambiant fuit dans le réchauffeur en raison de la pression différentielle. Ceci accroîtra rapidement la température des fumées qui sortent de la section à convection. Des dommages permanents peuvent aussi résulter de la surchauffe des parties internes du réchauffeur et des structures.
- ✓ Le remède immédiat est l'introduction de plus d'air de combustion par l'ouverture des registres selon la séquence suivante : 1) réduisez l'allure de combustion, 2) ouvrez les registres d'air des brûleurs.

- ✓ Dès que la post-combustion a cessé, recommencez à augmenter doucement l'allure de combustion.

7 OPERATIONS DE DEMARRAGE DU RECHAUFFEUR

Le démarrage du réchauffeur peut être effectué en confirmant la séquence suivante après avoir vérifié la procédure couverte à la section 5. Inspection et préparation avant le démarrage initial.

1- Avant de démarrer le réchauffeur, tout le système de contrôle automatique pour l'utilisation de Réchauffeur à brûleurs doit être remis en mode manuel.

2- Avant de commencer l'utilisation, les registres doivent être dans les positions suivantes :

- Registre de cheminée → Complètement ouvert
- Registre d'air de brûleur → Ouvert à 50%

3- Effectuez une purge pendant 3 min. Une fois la purge terminée le registre de cheminée doit être ouvert à 30%.
4- Allumez des brûleurs pilotes par allumeur électrique conformément à V-2156-001-A-822 MANUEL D'UTILISATION ET D'INSTALLATION POUR BRULEUR. Les autres brûleurs pilotes devront être allumés à tour de rôle.
5- Une fois que tous les brûleurs pilotes sont allumés, allumez les brûleurs principaux selon les étapes suivantes.
    a- Vérifiez la pression du gaz combustible.
    b- Ouvrez la vanne d'arrêt du gaz combustible, allumez un brûleur principal. Ensuite, allumez tour à tour les autres brûleurs principaux.
    c- Pendant l'allumage des brûleurs principaux, vérifiez soigneusement que la flamme de brûleur est stable et gardez la pression de tirage autour de –0,25 mbarg ou moins.
6- Placez ensuite tous les brûleurs au niveau de combustion minimum et augmentez doucement l'allure de combustion afin que la température des fumées entrant dans la cheminée puisse approcher la température de fonctionnement tout en maintenant les conditions de tirage.

A cette étape, la première priorité doit être de garder la flamme stable. Ceci afin qu'un haut niveau d'excès d'air puisse être acceptable si une flamme stable des brûleurs est maintenue.

7- L'allure de combustion des brûleurs doit suivre la commande de combustion de DCS.
8- Pendant le fonctionnement, les relevés des indicateurs de température des fumées, de pression, de débit et de température du fluide doivent être soigneusement observés. Si des valeurs anormales sont observées, elles devront être clairement ajustées dès que possible après vérification de la cause.

8 ARRET DU RECHAUFFEUR

8.1 Arrêt normal

L'arrêt normal doit être suivi par la procédure inverse de celle des opérations de démarrage. Pendant les opérations d'arrêt, tout le système de contrôle

automatique doit être placé en mode d'utilisation

« Manuel » et l'allure de combustion par brûleur doit être graduellement réduite.

a- Réduisez l'allure de combustion et diminuez graduellement la température des fumées. (50 °C/H recommandés)

b- La pression du combustible doit être réduite jusqu'à la pression minimum pour maintenir des flammes de brûleur stables. Ensuite, fermez les vannes de combustible pour chaque brûleur l'une après l'autre.

c- Lorsque la température des fumées quittant la Section radiante a diminué jusqu'à 250°C ou moins, le registre de contrôle d'air de tous les brûleurs peut être fermé.

8.2 Arrêt d'urgence

1- En cas d'urgence causée par les phénomènes suivants, arrêtez tous les brûleurs.

- Explosion ou chauffe imprévue dans le réchauffeur.
- Eclatement ou dommage sérieux sur les serpentins.
- Chauffe inhabituelle des brûleurs, par exemple larges vibrations et fumée importante.
- Dérèglement du système de contrôle pour réchauffeur.
- Mauvaise distribution grave dans le flux de procédé.

2- Les étapes suivantes doivent être mises en œuvre en cas d'arrêt d'urgence.

2-1 En raison d'explosion, de feu dans le Réchauffeur à brûleurs et de dommages sérieux aux tubes.

- Fermez hermétiquement toutes les vannes d'arrêt d'alimentation en combustible.
- Coupez la circulation dans le flux de procédé.

2-2 En raison de problèmes des brûleurs et/ou de dérèglement du système de contrôle.

- Fermez hermétiquement toutes les vannes d'arrêt d'alimentation en combustible.

2-3 En raison de coupure de flamme accidentelle.

Si le détecteur de flamme du brûleur principal détecte une coupure de

flamme, fermez la vanne d'alimentation en combustible pour chaque brûleur. Vérifiez la cause de coupure de flamme du brûleur. Si aucun problème n'est trouvé, rallumez le brûleur.

2-4 En raison de mauvaise distribution du flux de procédé pour chaque passe – Répondez immédiatement à ci-dessus, si la situation est sérieuse.

Cette mauvaise distribution du flux pour chaque passe peut résulter d'une cokéfaction dans la paroi des tubes, d'une surchauffe des tubes et d'une détérioration du fluide de procédé.

9 ETUDE HAZOP DU CIRCUIT DU L'HULE CHAUDE

Cette étude de type HAZOP (Hazard and Operability Study) vise à analyser et à identifier les risques et les déviations opérationnelles potentielles au niveau du four de l'unité de traitement de gaz, à travers une analyse systématique des différents paramètres de fonctionnement (tels que la pression, la température, le débit), dans le but d'assurer la sécurité d'exploitation, d'améliorer les performances du système et de réduire les risques industriels. »

Un nœud du circuit d'huile chaude correspond à une partie bien définie du système de transfert de chaleur, généralement située autour du four et des lignes associées (entrée ou sortie du four). Dans ce nœud, l'huile thermique est chauffée dans le four puis envoyée vers les équipements de procédé pour assurer le transfert de chaleur. Cette zone est critique car elle concentre les principaux paramètres de fonctionnement tels que la température, la pression et le débit.

ETUDE HAZOP DU FOUR 480_FA _41_101

Equipement	Mot Clé	Paramétre	Déviation	Cause	Conséquence	Barriére	Recomendation
Circuit du L'huile chaude	Plus De Pression	Pression	Plus De Pression	Incendie à proximité du ballon d'expansion d'huile chaude	_ Vaporisation De L'huile Chaude _ Augmentation De La Pression avec Supression Potentielle	_ Le ballon d'expansion d'huile chaude est situé à une élévation hors de la zone de feu (min 15,8 m) _ Le dimensionnement des soupapes de sûreté PSV-1011A/B prend en compte un incendie externe _ L'isolation manuelle du filtre d'huile chaude montre une CSO (Cutoff Switch Option)	Evaluer La nécessité d'un Soupape du Sûrté Dédiée sur le Filtre à Huile Chaude aprés Confirmation du Voulume Final du Filtre
				Dilatation Thermique de L'huile Chaude pendant Les condition d'Arrét	Supression Potentielle des équipements	_ Installation des soupapes de sûreté PSV-1061A/B sur la section isolée du WHRU, entre SDV-1152A/B et SDV-1153A/B _ Installation des soupapes de sûreté PSV-1101A/B sur la sortie du four à huile chaude, en aval du clapet anti-retour de sortie d'huile chaude	Mettre à jour le PID-106 pour indiquer la protection de décharge thermique sous forme de TSV (PSV-1101A/B est dimensionnée pour un cas incendie).
				Rupture de tube dans un échangeur de procédé, par exemple un échangeur de chaleur pour le gaz de régénération.	_ Écoulement de gaz à haute pression vers le ballon d'expansion d'huile chaude _ Augmentation de la pression avec risque	_ PI/PAH-1003 sur l'espace vapeur du ballon d'expansion d'huile chaude _ PCV-1004 vers la torche (flare) du	_ Fournir une confirmation de L'adéquation du PSV-1011 A/B . En cas du Repteure de Tube coté Procédé

					de surpression du ballon	ballon d'expansion d'huile chaude (petit débit)	
	Partial	Pression	Partial Pression	Fuite De Tube dans Le Procédé échangeur	Augmentation progressive de la teneur en hydrocarbures légers dans le ballon d'expansion d'huile chaude	Fourniture De N2 Blancket	Revoir la pression de consigne de PCV-1004 afin de créer un léger écart par rapport à PCV-1002 sur l'alimentation en azote (N_2), de manière à réduire la consommation de N_2, car une purge continue de l'équipement n'est pas nécessaire.
Circuit du L'huile chaude	Plus de	Température	Plus de Température	_ Dysfonctionement TI/TAH 1026 _ Consigne Incorrecte	_ Risque de Surchaufé dans Le four _ Augmentation de La Température de La Circulation du L4huile Chaude	_ Indicateurs indépendants TI/TAH-1014A à F et TI/TAH-1015A à F pour la température de peau des tubes du four à huile chaude _ TI/TAH-1 i. Indicateurs indépendants TI/TAH-1014A-F et TI/TAH-1015A-F pour la température de peau des tubes du four à huile chaude sur chaque passe individuelle _ TI/TAH-1026A-F pour la température de sortie du four à huile chaude _ TSHH-1011 sur la sortie du four à huile chaude déclenche	concernant la mise à jour des provisions pour le C&E du four. TSHH-1011 sur la sortie commune d'huile chaude doit déclencher l'arrêt du brûleur principal à gaz, laissant le four fonctionner en mode pilote. Confirmation lors du HAZOP que l'apport thermique provenant du pilote est très faible et ne constitue pas un problème significatif pour les tubes du four.

Circuit du L'huile chaude	Plus de	Température	Plus de Température			l'arrêt du four (shutdown)026A à F pour la température de sortie du four à huile chaude sur chaque passe individuelle	
				Dysfonctionnement / consigne opérateur incorrecte du régulateur de température TIC-1006 sur le retour d'huile chaude vers le ballon d'expansion	_ Augmentation de la température de retour de l'huile chaude vers le ballon d'expansion d'huile chaude _ Augmentation de la température d'alimentation en huile chaude vers le WHRU et le four à huile chaude _ Augmentation générale de la température de circulation de l'huile chaude	_ TI-1002A/B sur l'entrée du WHRU _ TI/TAH-1004A/B sur la sortie du WHRU _ TIC/TAH-1010 agit pour réduire la combustion dans le four à huile chaude, et, si nécessaire, pour contrôler la température, ouvre le registre TV-1032 A/B de l'échappement du WHRU	Considérer la configuration de TAH sur TI-1002A/B à l'entrée du WHRU pour fournir une indication indépendante des températures élevées dans le ballon d'expansion d'huile chaude et la pompe de circulation.
	Moins de	Température	Moins de Température	Dysfonctionnement / consigne incorrecte du régulateur de température TIT/TIC-1010 sur la sortie du four à huile chaude.	_ Risque de diminution simultanée de la combustion dans le four à huile chaude et ouverture du registre d'échappement du WHRU _ Baisse de la température de circulation de l'huile chaude avec impact potentiel sur le procéd	_ TI/TAL-1004A/B sur la sortie d'huile chaude du WHRU _ TI/TAL-1006 sur le retour d'huile chaude vers le ballon d'expansion, fournissant une indication indépendante de la température.	Concernant La Séparation des transmetteurs de Température TIC_ 1010 et TIC 1006 B
				Débit CPF Faible	Diminution de la charge du compresseur de gaz résiduel et des	TIC/TAL-1010 minimise la combustion dans le four à huile chaude	Concernant la fonctionnement au débit CPF minimal

Circuit du L'huile chaude	Moins de	Température	Moins de Température		turbines à combustion associé Diminution de la chaleur disponible dans le WHRU (Waste Heat Recovery Unit)es	pour contrôler la température de circulation de l'huile chaude.	

9.1 Interprétation et Commentaires

l'étude HAZOP – Nœud : Circuit d'huile chaude (Four)

L'étude HAZOP réalisée sur le nœud « circuit d'huile chaude » du four, en se concentrant sur les paramètres de température et de pression, a permis d'identifier plusieurs déviations critiques susceptibles d'affecter la sécurité et la performance du système.

Concernant la température, une élévation excessive représente un risque majeur, pouvant entraîner la dégradation thermique de l'huile, la formation de dépôts de carbone (coking) ainsi que l'endommagement des équipements, avec un potentiel de déclenchement d'incendie. A l'inverse, une température insuffisante conduit à une baisse de rendement et à une inefficacité du procédé. Ces situations sont généralement liées à des défaillances du système de régulation, des variations du débit ou des anomalies de combustion.

En ce qui concerne la pression, une surpression peut résulter d'une obstruction, d'une mauvaise manipulation des vannes ou d'une dilatation thermique du fluide, ce qui peut provoquer des fuites ou des défaillances mécaniques graves. Une chute de pression, quant à elle, est souvent due à des fuites ou à des défaillances des pompes, entraînant une perturbation de la circulation de l'huile et un déséquilibre thermique.

L'analyse a montré que les scénarios les plus critiques sont ceux combinant une température élevée et une pression inadéquate, augmentant significativement les risques opérationnels. Ainsi, il est essentiel de mettre en place des dispositifs de sécurité performants, tels que des capteurs fiables, des systèmes d'alarme et des soupapes de sécurité, accompagnés d'une maintenance préventive rigoureuse et d'une formation adéquate des opérateurs.

En conclusion, la maîtrise des paramètres de température et de pression constitue un élément clé pour garantir la sécurité, la fiabilité et l'efficacité du circuit d'huile chaude dans le four.

Conclusion générale

L'étude du four 408 (FA 41-101), basée sur la méthodologie HAZOP, a permis d'identifier et d'analyser les principaux risques liés au fonctionnement du circuit d'huile chaude, notamment ceux associés à la température et à la pression, considérées comme des paramètres essentiels pour la sécurité et la stabilité du procédé industriel.

L'analyse a montré que toute déviation des conditions normales de fonctionnement, telle qu'une élévation excessive de la température ou une variation anormale de la pression, peut entraîner des conséquences importantes, notamment la dégradation de l'huile thermique, l'apparition de fuites ou de défaillances mécaniques, ainsi qu'un risque potentiel d'incendie pouvant affecter la sécurité du personnel et des installations.

L'étude a également démontré que ces déviations sont principalement causées par des dysfonctionnements des systèmes de régulation, des anomalies au niveau des équipements tels que les pompes et les vannes, ainsi que par certaines erreurs d'exploitation. Ces facteurs influencent directement la fiabilité des équipements et la continuité du fonctionnement de l'unité industrielle.

Afin de limiter ces risques, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures préventives efficaces, comprenant des systèmes de contrôle et de surveillance performants, des dispositifs de protection et d'alarme, ainsi qu'un programme de maintenance préventive régulier. La formation continue des opérateurs et le renforcement de la culture de sécurité industrielle constituent également des éléments essentiels.

En conclusion, l'étude HAZOP du four 408 (FA 41-101) a confirmé l'importance de la maîtrise des conditions de fonctionnement, afin d'assurer la sécurité des installations, la protection du personnel, ainsi que l'amélioration de la fiabilité et des performances de l'unité industrielle.

Références

[1] : Projet de Reprise du champ Nezla sud (Réservoir TAGS) Sonatrach Gassi Touil service techniques puits.

[2] : Document Official du SONATRACH

[3] : Manuel opératoire pour CPF, installations de traitement de gaz des champs de Gassi Touil, Projet Gassi Touil 2014, Sonatrach

[4] : American I nstitue of Chemical Engineers « Guide Lines for Hazard Evaluation Procedures

[5] : larousse, Pierre. Petit Larousse illustré . paris : librairie larousse , 1983

[6] : Peter Mullinger, Barrie Jenkins. Industrial furnaces and Process Principles, Design and Operation. s.l. :ELSEVIER, 2008

[7] : Charles E. Baukal, Jr. Industrial Burners HANDBOOK. s.l. : CRC PRESS , 2003

[8] : Tyler, Frank Crawley and Brian. HAZOP: Guide to Best Practice. s.l. : Elsevier , 2015

[9] : Debray, Bruno. Formalisation du savoir et des outuls dans le domaine des risques majeurs , méthode d'analyse des risques générés par une installation industrielle . s.l. : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques , Direction des Risques Accidentels , 2006