

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES**



**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

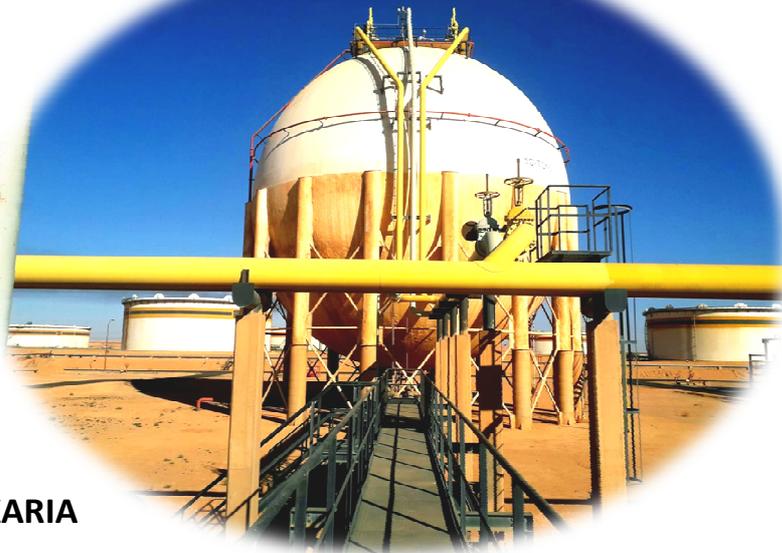
**Spécialité : Génie Mécanique**

**Option : Génie Des Matériaux**

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de Diplôme D'études  
Universitaires MASTER**

**Thème :**

**Inspection de la corrosion d'un Réservoir  
Sphérique de 7000 m<sup>3</sup> de GPL**



**Réalisé par :**

**KACEM ZAKARIA**

**Promoteur :**

**Mr. BEAZI**

**2019/2020**

## Remercîment

Avant tout nous tenons à remercier DIEU qui nous a arrosé de la lumière de sa connaissance et nous a protégé de l'ignorance.

Je tiens aussi à exprimer ma gratitude à mon Promoteur de mémoire **Dr.Bezazi Boudjema** Pour la confiance, les encouragements, les précieux Conseils qu'il m'a accordés durant ce travail.

Je tiens à remercier tous eux qui nous ont aidés durant notre stage à la région de Hassi R'mel tout particulièrement

Tous les membres du service d'inspection et corrosion :

Mr. lachekhem et Mr. seghir , Mr. chakhoum , Mr. Hendei,

Mr. Ahmed bounar, Mr Benaissa, Mr. kelaiaia

Mon encadreur Mr. Mustafa rouissat et tout l'équipe du CSTF

Plus largement, je tiens à remercier tous ceux qui ont partagé ces jours de travail avec nous, qui nous ont apporté leurs expériences, leurs conseils ou leurs contributions.

## Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :  
Mes chers parents pour tous les sacrifices consentis, pour leur  
soutien  
Durant toutes mes années d'études,  
Toute ma famille, en particulier mes sœurs : Soumia, Amina,  
Chahinaz.  
A mon petite frère Ghilas.  
A tous les amis de Loup-Garou et les collègues de travail  
Ma reconnaissance est également formulée envers tous mes  
Enseignants et tous les employés de l'administration de  
département  
De Génie Mécanique.

# Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale et problématique	
<b>Chapitre I: Présentation de l'entreprise</b>	<b>1</b>
<b>I. Introduction</b>	<b>1</b>
<b>II. Présentation du champ de Hassi rmel</b>	<b>2</b>
1. Situation géographique et climatique de Hassi rmel	2
2. Historique de Hassi rmel	3
3. Les activités du champ de Hassi R'mel	4
4. Les stations de compression	5
5. l'exploitation des champs de Hassi R'mel	7
a) Zone centrale	7
b) Zone du Nord	7
c) Zone du Sud	7
d) Le Boosting	8
6. Les structures rattachées à la direction	9
a) Les directions	9
b) Les divisions	9
<b>III. la direction technique</b>	<b>11</b>
1. Représentation	11
2. Département Inspection/Corrosion	11

<b>Chapitre II : La corrosion</b> .....	13
1. Définition de la corrosion .....	13
2. Importance de l'étude du problème de corrosion .....	13
3. type de corrosion .....	14
a) La corrosion électrochimique. ....	14
b) La corrosion bactérienne .....	18
c) la corrosion mécanique .....	21
d) Formes de corrosion .....	22
 <b>Chapitre III : Inspection</b> .....	 24
1. Objectifs d'inspection. ....	24
2. Techniques d'inspection .....	25
3. Activités de l'inspection .....	28
a) L'inspection préventive .....	28
b) L'inspection accidentelle.....	28
c) L'inspection pour réception .....	28
d) Section - Piping .....	29
e) Section – Equipements statiques .....	29
f) Procèdes d'inspection de ces équipements .....	29
 <b>Chapitre IV : Protection Cathodique</b> .....	 30
1. Equipement de la production cathodique .....	31
a) Générateur de courant continu .....	31
b) Le déversoir .....	31
2. conditions générales de réalisation de protection cathodique .....	33
3. Pour la mise en œuvre des systèmes de protection cathodique.....	34

<b>Chapitre V : Résultats de l'inspection de la Sphère de Stockage de GPL 50 T004</b> .....	35
<b>I. Introduction</b> .....	37
<b>II. Résultats des inspections</b> .....	37
1) Inspection externe .....	37
2) Inspection interne .....	38
<b>III. Inspection par magnétoscope</b> .....	38
1) Conditions du contrôle .....	38
2) Matériels utilisés.....	38
3) Produit utilisé .....	38
4) Principe de la méthode .....	38
5) Mode opératoire .....	39
6) Résultats du contrôle par MT .....	40
7) Cartographie (Localisation des défauts "fissures") .....	42
8) Prises des épaisseurs aux ultrasons.....	47
<b>IV. Conclusion et recommandations</b> .....	52
<b>Chapitre VI : SECURITE</b> .....	53
<b>I. Introduction</b> .....	53
<b>II. Précautions</b> .....	53
1) Mesures Préventives.....	53
2) Lutte contre l'incendie.....	53
3) Système de détection de gaz .....	54
4) 4-Système de protection thermique .....	55
5) Evaluation des moyens mis en place .....	55
Par l'entreprise pour garantir la sécurité des installations	
5.1) Moyen de prévention.....	55
5.1.1) Barrière technique .....	55
5.1.1.1) Système de détection de GAZ.....	55

5.1.2) Protection contre l'électricité statique .....	56
5.2) Entretien et inspection des équipements .....	56
5.3) Entretien et inspection des équipements De sécurité incendie et de secours .....	56
5.4) Moyens de protection .....	57
5.5) Soupapes de sécurité .....	57
a. Soupape d'exploitation.....	57
b. Soupape de sécurité d'incendie .....	57
1. Pression de tarage .....	57
2. Nombre de soupape de sécurité .....	58
5.6) Protection thermique .....	58
5.7) Pulvérisation d'eau .....	58
5.8) Cuvette de rétention .....	59

<b>Conclusion Général</b> .....	60
---------------------------------	----

## **Bibliographie**

## **Annexe**

# Liste des Figures

## Chapitre I :

**Figure 1 :** Situation géographique et climatique de Hassi R'mel.

**Figure 2 :** Répartition des différentes installations sur les champs de Hassi R'mel.

**Figure 3 :** Schéma du processus industriel à Hassi R'mel.

**Figure 4 :** Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel.

**Figure 5 :** Organisation de la Direction Technique.

## Chapitre II :

**Figure :** Non.

## Chapitre III :

**Figure 1 :** Inspection visuelle d'états Extérieurs d'un tube Métallique.

**Figure 2 :** Contrôle non destructif par ultrasons.

## Chapitre IV :

**Figure 1 :** Schéma des méthodes de La protection cathodique (Protection par anode sacrificielle/ courant imposé).

## Chapitre V :

**Figure 1 :** Etat externe-Légère dégradation de l'ignifugeage.

**Figure 2 :** Etat externe-Légère dégradation de l'ignifugeage.

**Figure 3 :** Etat externe-Légère dégradation de l'ignifugeage.

**Figure 4 :** Etat externe-Photo montrant l'oxydation (rouille) sous l'ignifugeage de la paroi externe (zone grattée au par avant),

Epaisseurs mesurées proches des valeurs originales.

**Figure 5 :** Etat externe-Fissuration des croisillons de renforcement côté sud.

**Figure 6 :** Etat externe-Fissuration des croisillons côté sud.

**Figure 7 :** Etat externe-Vue rapprochée montrant la Fissuration des croisillons côté sud.

**Figure 8 :** Etat externe-Vue rapprochée montrant la Fissuration des croisillons côté sud.

**Figure 9 :** Etat externe-Légère fissuration de l'inifugeage de quelques croisillons.

**Figure 10 :** Etat externe-Légère fissuration.

**Figure 11 :** Etat externe-Légère fissuration.

**Figure 12 :** Etat externe-Etat satisfaisant des parois de l'hémisphère supérieur.

**Figure 13 :** Photo montrant la disposition de l'échafaudage (vue du haut).

**Figure 14 :** Photo montrant la disposition de l'échafaudage (vue du haut).

**Figure 15 :** Etat interne-Photo montrant la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.

**Figure 16 :** Etat interne-Photo montrant l'état des parois et la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.

**Figure 17 :** Etat interne-Photo montrant l'état des parois et la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.

**Figure 18 :** Photo montrant la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.

## **Chapitre VI :**

**Figure :** Non.

## Liste des abréviations

**GPL:** Gaz de pétrole liquéfié.

**SONATRACH :** Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures.

**SN-REPAL :** Société nationale de recherche et d'exploitation de pétrole en Algérie.

**S.E.H.R :** Société d'exploitation des hydrocarbures de Hassi-R'Mel.

**HR(1 ,2,3,4,5,6,7,8,9) :** Hassi-R'mel 1,Hassi-R'mel 2,.....ect.

**CTG :** Centre de Traitement de Gaz.

**CSTF :** Centre de Stockage et Transfert.

**CTH :** Centre de Traitement d'Huile.

**XP :** Exploitation.

**SRGA :** Station de Récupération des Gaz Associés.

**MPP :** Module Processing plant.

**CNDG :** Centre national de dispatching de gaz.

**SBC :** Station BOOSTING Centre.

**SBN :** Station BOOSTING Nord.

**SBS :** Station BOOSTING Sud.

**SCN :** Station de compression nord.

**SCS :** Station de compression sud.

**APL :** Appareils et Accessoires de Levage.

**APG :** Appareils à pression de Gaz et Vapeur.

**DPEM :** Direction du Patrimoine Energétique et Minier.

**ARH :** Agence Régulation Hydrocarbures.

**ENACT :** Entreprise Nationale d'Agréage Contrôle Technique.

## Introduction générale et problématique

Le stockage est un des secteurs stratégiques dans l'industrie pétrolière, les réservoirs de stockage sont nécessaires à l'exploitation des champs pétroliers, il permet d'assurer une continuité de la production. Pour le choix d'un réservoir on doit prendre en connaissance la fiche technique de construction des bacs.

Le type de réservoir à utiliser dépend de la nature du produit à stocker, certains produits doivent être conservés sous haute pression, tandis que d'autres se conservent à basse et moyenne pression.

Les produits pétroliers ont une large consommation de nos jours et les GPL en faisant une grande partie occupent un rôle important dans notre vie courante, on les utilise comme carburant et gaz de chauffage.

Donc l'implantation d'un centre d'emplissage de GPL doit respecter des règles très rigoureuses en matière de sécurité d'utilisation, d'environnement national et international.

Le but de notre mémoire de fin d'étude est de présenter les éléments d'étude et d'analyse :

(Inspection de la corrosion d'un réservoir sphérique de **7000 m<sup>3</sup>** de **GPL**) afin de détecter les défauts (fissures) sur la surface à l'intérieur et à l'extérieur de ce réservoir et les réparer ou trouver une solution pour éviter cette corrosion.

# **Chapitre I**

## **Présentation de l'entreprise**

# Chapitre I: Présentation de l'entreprise

## I. Introduction :

L'énergie occupe une place prépondérante dans la vie de l'être humain. Les sciences et le progrès technique ont permis à l'homme de découvrir de nouvelles ressources énergétiques, à savoir, des produits à vocation énergétique que nous citons : le pétrole et le gaz naturel, seuls capables de répondre à l'accroissement des besoins en énergie.

Face au pétrole, son concurrent dans le marché des combustibles mais aussi son associé dans les gisement des hydrocarbures au cours de leur exploitation, le gaz est apparu comme une forme d'énergie difficile à mettre en œuvre, particulièrement en raison du poids des investissements et des coûts de transport jusqu'au consommateur.

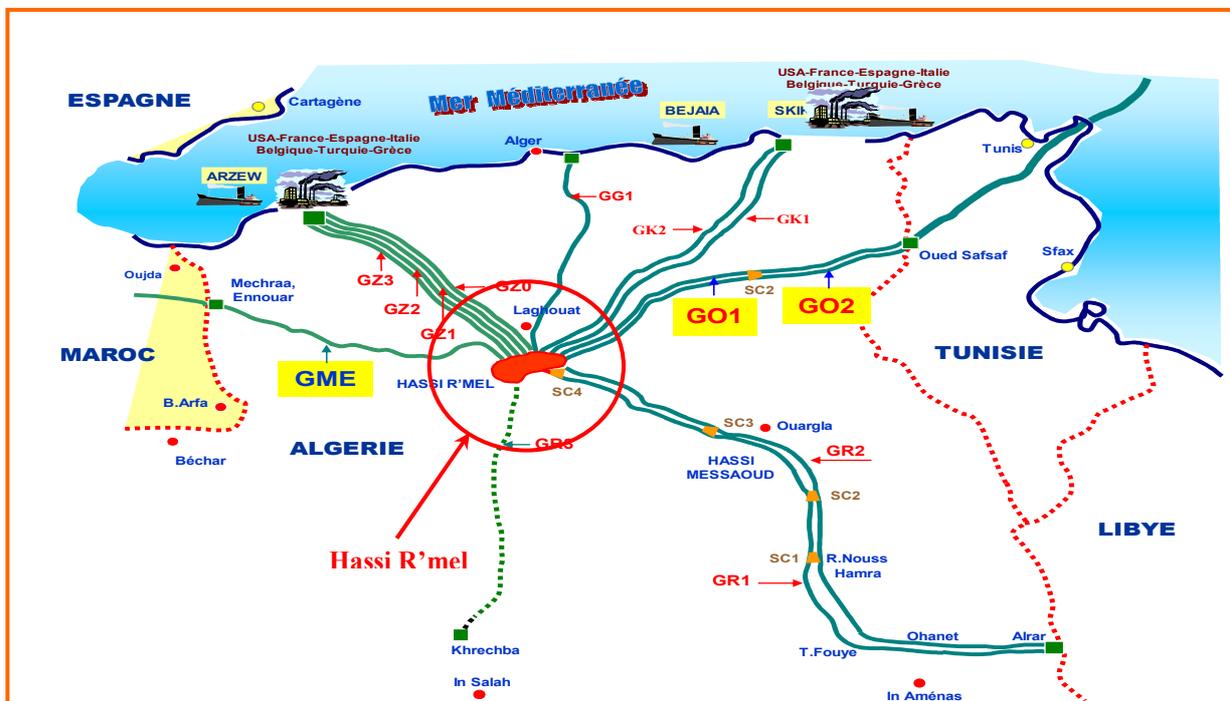
Avec les années soixante, les découvertes de gaz et la multiplication des projets entraînent un véritable décollage de la production mondiale. Au bout de dix années de croissance, à la fois de la production et des réserves prouvées, le gaz naturel a quitté sa place de second rang.

L'intérêt croissant pour le gaz naturel vient du fait que celui-ci est choisi pour sa propreté et à l'abondance relative des ressources.

## II. Présentation du champ de Hassi rmel :

### 1. Situation géographique et climatique de Hassi rmel :

Le gisement de **Hassi R'Mel** est situé **525 km** au sud d'Alger, entre les Wilayas de Ghardaïa et Laghouat (**Fig. I-1**). Dans cette région relativement plate du Sahara l'altitude moyenne est d'environ de **750m** au-dessus du niveau de la mer, Le climat est caractérisé par une pluviométrie faible (**140 mm/an**) et une humidité moyenne de **19%** en été et **34%** en hiver, les amplitudes thermique sont importantes et varient de **0°C** en hiver à **45°C** en été, les vents dominants sont de direction nord-ouest



**Figure1 : Situation géographique et climatique de Hassi rmel**

Le champ de **Hassi R'mel** est une vaste étendue de **3500 Km<sup>2</sup>** (70Km de long et **30Km** de large environ), où sont concentrées d'importantes installations.

Le premier puits, **HR1**, a été foré en **1965** sous le sommet de l'anticlinal qui constitue le gisement de **Hassi R'mel**. Ce puits a mis en évidence la présence de gaz riches en condensat dans le trias gréseux à une pression de **310 Kg atm** et **90°C**.

Le développement de **Hassi R'mel** s'est trouvé étroitement lié au développement du gaz dans le monde et les importantes réserves recelées par ce gisement — supérieur à **2000** milliards de mètres cubes – ont constitué un atout important pour lancer une politique gazière de grande envergure dans le pays.

## 2. Historique de Hassi rmel :

En **1951**, la 1ère campagne géophysique s'intéressant à la région a relevé la présence d'une couche de terrain sous forme d'anticlinal non loin de **TILGHEMT**.

En **1952**, le 1er forage par la **SNREPAL** a mis en évidence la présence d'un trias dont les pores sont imprégnés d'hydrocarbures.

En **1956**, le 1er puits de **Hassi R'mel** venait d'être implanté au sommet de cette couche qui est nommée Roche Magasin,  
De **1957** à **1961**, sept autres sondages **HR2 -HR3 -HR4-HR5-HR6-HR7-HR8** et **HR9** au voisinage de **HR1** confirmèrent la découverte du gisement qui commença à produire en **1961**.

En **1960**, la société d'exploitation des hydrocarbures de **Hassi R'mel (SEHR)** a été créée dans le but de traiter, transformer, transporter et distribuer ce gaz. Dans le cadre de son activité, **SEHR** traitait certaines tâches en exécutant les travaux de production par la **SNREPAL** en vertu d'un contrat de **5** ans. Elle a aussi mandaté diverses sociétés spécialisées pour transporter et commercialiser les produits du gaz naturel.

1)

Après l'indépendance, l'Algérie a mis en valeur, à son compte, les richesses de son sol et son sous-sol en créant la **SONATRACH** (société Nationale de Transport et de Commercialisation des Hydrocarbures).

La nature et l'homogénéité du réservoir **Hassi R'mel** ont conduit au choix d'un modèle de développement qui est un schéma d'exploitation comportant **3** zones de production (Nord, Centre et Sud) et deux zones de réinjection (Nord, Sud).

En plus de l'exploitation, **Sonatrach** fait le traitement du gaz à **Hassi R'mel**. Le gaz dans son état humide contient un léger pourcentage de fractions lourdes ainsi que du condensât et du **GPL** (Gaz de Pétrole Liquéfié) dont les taux sont respectivement **200g/cm<sup>3</sup>** et **80 g/cm<sup>3</sup>**.

Le mélange hydrocarbure qui est à l'origine sous une seule phase (Gaz) se déplace dans le gisement avec une pression égale à **309 kg/cm<sup>2</sup>**, inférieure à la pression de rosée à laquelle apparaît la 1ère goutte de condensât. Quant au fluide produit en surface, il subit une chute de pression et de température. Une phase liquide est alors produite dans les séparations de surface.

Toute extraction de gazoline du gaz naturel s'effectue à l'extérieur des puits dans des unités de traitement par refroidissement.

De **1975** à **1980**, faisant suite au plan directeur de développement, les modules **1, 2,3** et **4** ont été additionnés à l'ancien module **CTG** (module0) qui permet de récupérer les hydrocarbures lourds (**condensât +GPL**) des gaz bruts.

Tous les produits du gaz sont transportés vers le centre de stockage et de transfert (**CSTF**) et de là vers les points de vente par gazoduc.

Le gaz sec est utilisé de deux manières : d'une part il est réinjecté dans le gisement par l'intermédiaire de deux stations de compression Nord et Sud et d'autre part, il est conduit par les installations de liquéfaction sur la cote méditerranéenne et vers la distribution pour la consommation nationale.

Vu les grandes quantités de gaz torchées par les centres de traitement des huiles (**CTH**) au niveau de **Hassi R'mel**, (c'est-à-dire plus d'un million de mètre cubes par jour de gaz brûlé qui implique des pertes énormes à l'échelle énergétique et plus exactement à l'échelle économique) et pour réduire la pollution causée par ces gaz brûlés, on a pensé à un système de récupération des gaz associés.

### **3. Les activités du champ de Hassi R'mel :**

**Le terme "module" est le diminutif de Module Processing Plant.** Il désigne une usine de traitement de gaz naturel à l'échelle industrielle.

Cinq modules sont implantés sur le champ de **Hassi R'mel**. Quatre ont une capacité unitaire de **60** millions de m<sup>3</sup> et datent des années **1979/80**.

Le cinquième, module **0**, a une capacité de **30** millions. Il est le plus ancien.

Un sixième module dessert le petit gisement de Djebel Bissa. En rapport de sa capacité modeste de **6 millions**, il est désigné par l'appellation de centre de traitement de gaz.

Les modules **1** et **0** disposent d'une unité complémentaire commune, désignée d'ailleurs communs dont on fera la description plus tard. Les modules de traitement de gaz sont reliés pour le stockage des hydrocarbures liquides (**GPL**, condensat) au **CSTF** pour la réinjection de gaz à deux stations de réinjection de **90 millions de m<sup>3</sup>** chacune.

Le parc compte **5500** machines tournantes, **2000** équipements statiques, et **16000** appareils d'instrumentations.

Un grand module couvre une superficie construite de **20 ha**, le **CSTF 18 ha**. La fonction **XP** consiste à traiter le gaz, à en Séparer les fractions liquides pour une meilleure valorisation. Une partie du gaz va à la réinjection, l'autre est destinée à la vente.

#### **4. Les stations de compression :**

Les stations de compression ont pour but de réinjecter le gaz sec au niveau du gisement pour le maintien de la pression afin de récupérer le maximum de liquides (**GPL** et **condensat**). Les stations de compression Nord et Sud ont pour objet de réguler la pression des gaz au niveau national et pour le marché international.

La capacité de réinjection de chaque unité est de **90 millions standard de m<sup>3</sup>/jour**.

Sur le champ de **Hassi R'mel**, on trouve **8** unités à savoir :

- Centre de traitement d'huile (**CTH**) :

C'est une usine constituée d'un ensemble d'équipements permettant de séparer tous les constituants indésirables du pétrole brut avant son expédition vers le réseau de transport (dispatching)

- Centre de traitement de Gaz (**CTG**) :

Ce centre est constitué d'un ensemble d'équipements permettant la séparation et la production du gaz naturel déshydraté et d'un mélange d'hydrocarbures liquides constitué de condensât et de **GPL**.

- Central de Stockage et Transfert des fluides(**CSTF**) :

C'est un centre de stockage et de transfert des hydrocarbures liquides, il est constitué de bacs (réservoirs cylindriques) pour le stockage de condensât, de réservoirs sphériques pour le stockage de **GPL**, d'un système de jaugeage des bacs, d'un système de comptage des quantités de condensât et de **GPL**

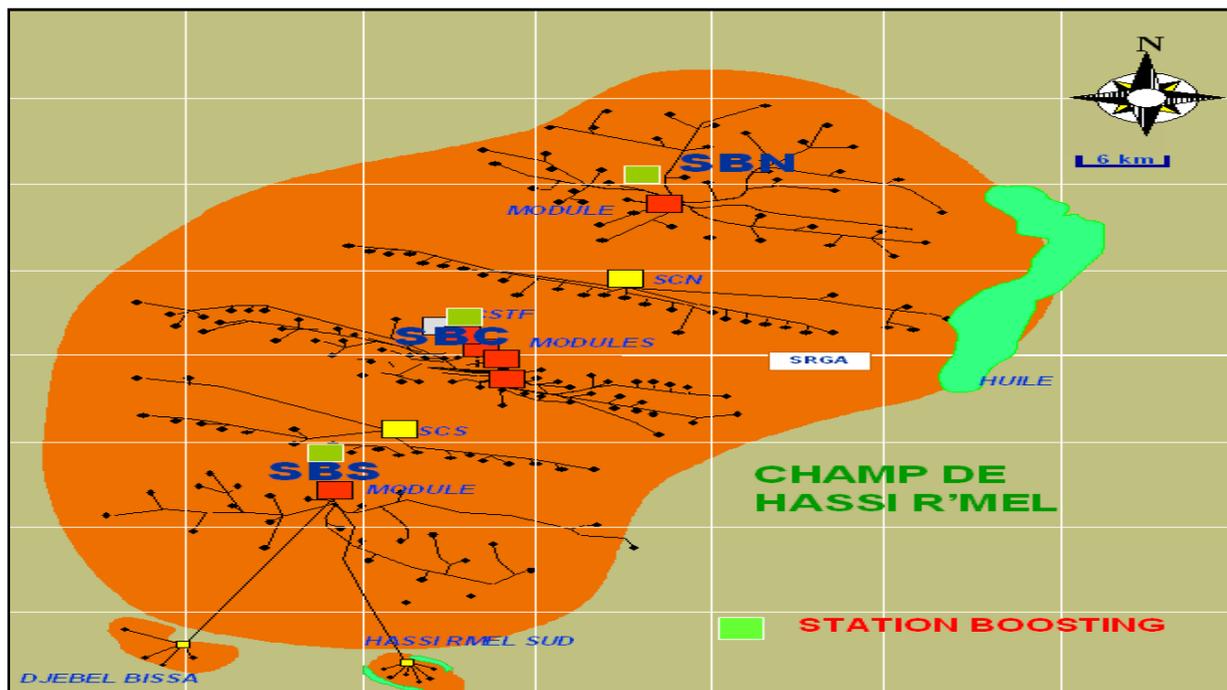
expédiés pour la commercialisation et d'un ensemble de pompes pour expédier les produits.

**- Station de Récupération des Gaz Associés (SRGA) :**

Cette station a été conçue pour récupérer les gaz associés provenant des CTH suit au traitement et à la stabilisation du pétrole brut, elle est constituée essentiellement de turbocompresseurs permettant d'élever la pression des gaz associés et de les expédier vers le module 4 pour y être traités avec le gaz brut.

**- Module :**

C'est le diminutif de « module Processing plant » (MPP) qui désigne une unité de traitement constituée d'un ensemble d'équipements conçus et réalisés pour permettre un traitement spécifique du gaz brut, pour produire du gaz naturel, du condensât et du GPL, conformément à un procédé approprié et répondant aux spécifications commerciales.



**Figure 2 : Répartition des différentes installations sur les champs de Hassi R'Mel**

## 5. l'exploitation des champs de Hassi R'mel :

### a) Zone centrale :

Elle comporte 3 modules (usines de traitement de gaz) **0, 1,4** et les communs et les communs (**phase B**), plus un centre de stockage et transfert des liquides (**CSTF**), ces modules sont alimentés par les puits de centre.

- Le module « **0** » comporte deux trains identiques et indépendants d'une capacité de production globale de traitement :
  - 30 millions m<sup>3</sup>/j de gaz sec.
  - 1300 tonnes/j de GPL.
  - 6100 tonnes/j de condensât.
- Le module « **1** » comporte trois trains identiques d'une capacité de traitement de :
  - 60 millions m<sup>3</sup>/j de gaz sec.
  - 2300 tonnes/j de GPL.
  - 6700 tonnes/j de condensât.
- Le module « **4** » à trois trains identiques et d'une capacité de production globale :
  - 60 millions m<sup>3</sup>/j de gaz sec.
  - 2300 tonnes/j de GPL.
  - 6700 tonnes/j de condensât.

### b) zone du Nord :

- Le module « **3** », alimenté par les puits du nord, comporte 3 trains identiques que ceux du module « 4 » et d'une capacité de :
  - 60 millions m<sup>3</sup>/j de gaz sec.
  - 2700 tonnes/j de GPL.
  - 6100 tonnes/j de condensât.
  - La station de compression et de réinjection a une capacité de 90 millions m<sup>3</sup>/j de gaz sec.

### c) Zone du Sud :

- LE module « **2** » identique aux modules « 3 » et « 4 », il est alimenté par les puits du sud.
- La station de compression et réinjection sud est identique à celle du Nord.
- Le centre de traitement de gaz (TG/DJEBEL-BISSA) d'une capacité de traitement de 4 millions m<sup>3</sup>/j.
- Le centre de traitement de gaz HR-Sud.

#### d) Le Boosting :

La pression d'entrée du gaz brut aux modules décroît avec le temps, ce qui influe sur la quantité et la qualité des produits de chaque catégorie, et sur les unités de

Traitement de gaz car ils sont conçus pour fonctionner à une pression minimale de **100 Bars** à l'entrée.

Le rôle des stations Boosting est la compression de ces gaz brut issus des puits afin d'avoir une détente importante, donc une meilleure séparation.

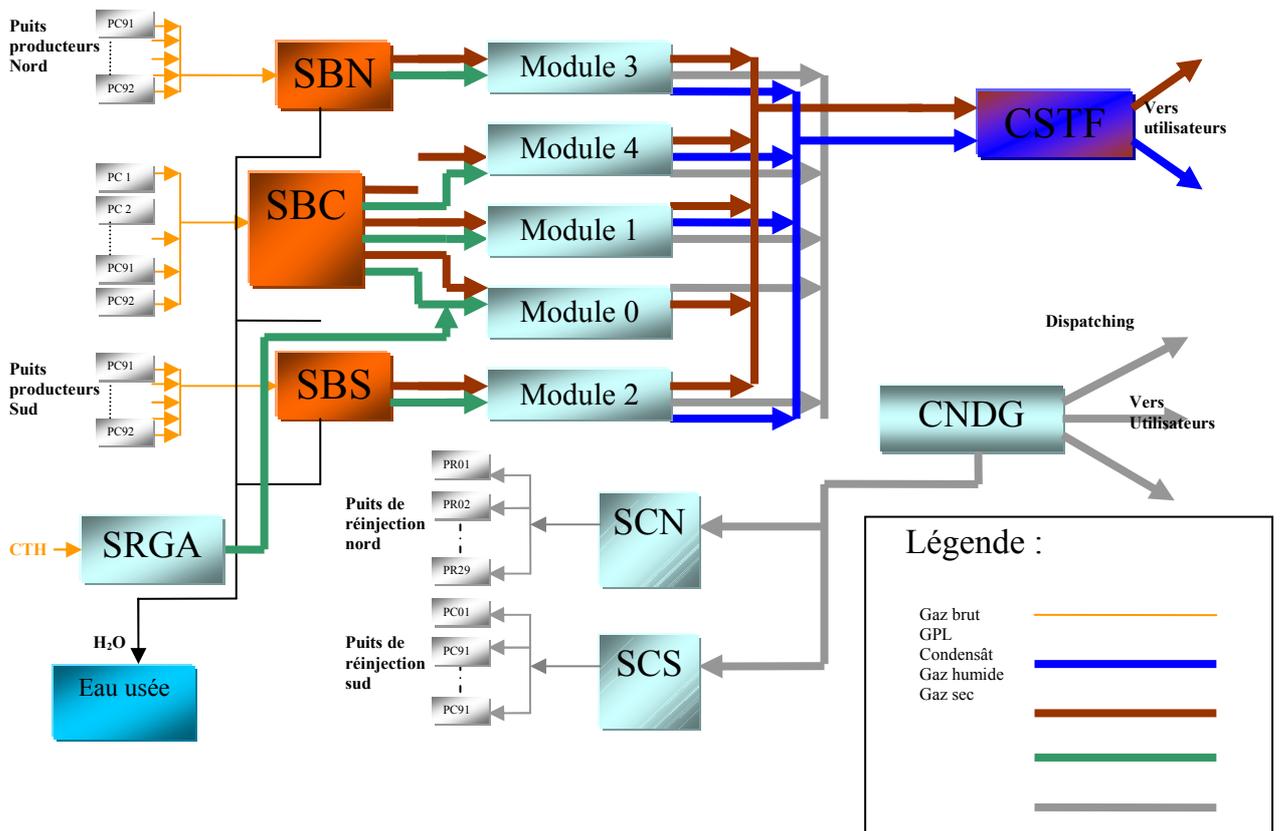


Figure 3 : Schéma du processus industriel a Hassi R'mel

## **6. Les structures rattachées à la direction :**

### **a) Les directions :**

#### **- Direction exploitation :**

Elle assure la réalisation de programmes de production, d'exploitation et d'injection des hydrocarbures établis pour la région.

#### **- Direction logistique :**

Elle réalise les travaux non pétroliers, par l'occurrence du génie civil, entretien des locaux, électricité, plomberie et climatisation ainsi que le transport.

#### **- Direction technique :**

Elle s'occupe de l'élaboration des cahiers de charge et des contrats, l'évaluation des soumissions, la recommandation du choix du contrat, le suivi de réalisation et supervision des travaux dès le début jusqu'à la passation de l'ouvrage à l'utilisateur.

#### **- Direction engineering et production :**

Elle a pour objectif l'organisation et la mise en œuvre des services techniques opérationnels et l'intervention sur toutes les installations.

#### **- Direction maintenance :**

Elle est chargée de la planification, du développement, de l'organisation et la mise en œuvre des services de maintenance pétrolière liés aux besoins actuels de la région, et cela dans différentes activités : mécanique, instrumentation et électro - mécanique.

### **b) Les divisions :**

#### **- Division sécurité :**

Elle s'occupe du contrôle, de l'organisation et le maintien d'un haut niveau de sécurité des hommes et des installations industrielles ainsi que le développement de la prévention.

#### **- Division informatique :**

Elle assure la gestion, le développement et la maintenance de l'outil informatique.

**- Division intendance :**

Elle a pour objectif la prestation des services de restauration et d'hébergement et la gestion des patrimoines mis à disposition.

**- Division finance :**

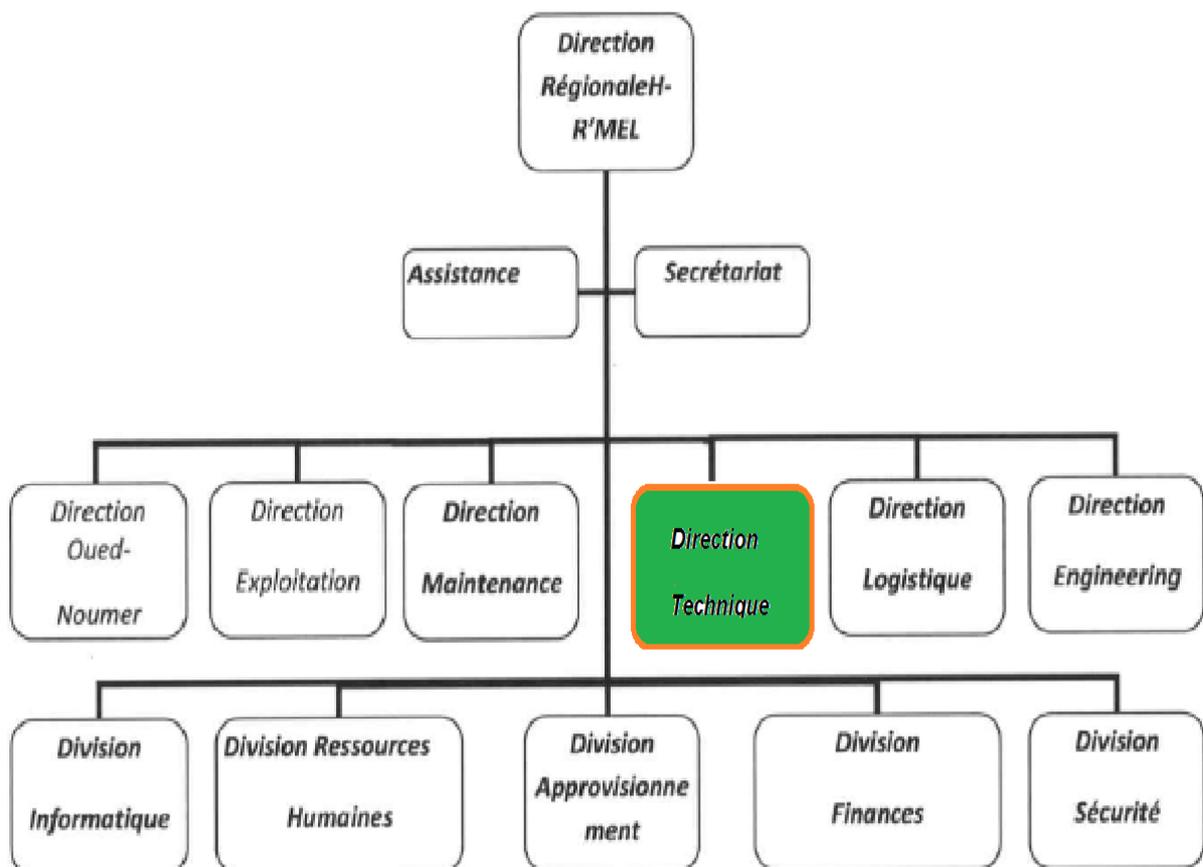
Elle a pour objectif la coordination des services de trésorier, de comptabilité générale, de comptabilité de gestion et de contentieux au niveau de la région.

**- Division approvisionnement :**

Elle recouvre les activités d'achat et de gestion du stock.

**- Division ressources humaines :**

Elle assure l'organisation et le contrôle des activités de la région en matière de recrutement, formation, gestion de personnel, prestations sociales, activités culturelles et administration générale.



**Figure 4 : Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel**

### III. la direction technique :

#### 1. Représentation :

La direction technique a pour mission principale la réalisation des nouveaux projets pétroliers, et la maintenance des réseaux piping (collectes, dessertes et manifolds) en plus de toutes les installations de surface et leur protection.

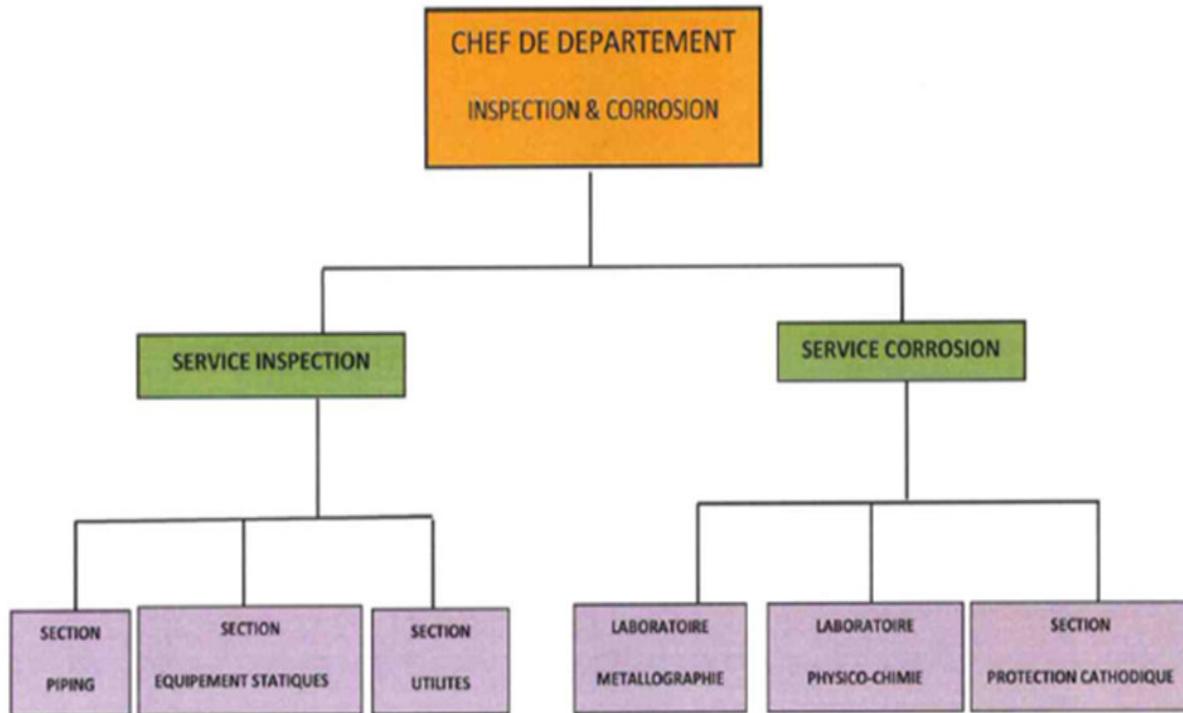


Figure 5 : Organisation de la Direction Technique

#### 2. Département Inspection/Corrosion :

Le département inspection et corrosion déploie ses ingénieurs et techniciens pour les missions suivant :

- à l'étude et à la mise en œuvre des moyens de prévention et de lutte contre la corrosion au sein des installations.
- Dresser un état de lieu des équipements.
- Recherches des anomalies engendrées par les différents phénomènes tel que : la fatigue, fissuration et la corrosion.
- Suivi rigoureux de l'ensemble des équipements.

Ces missions touchent toute la chaîne de production et de réinjection des hydrocarbures c'est-à-dire :

- les installations de surface regroupant :
  - les équipements des puits de gaz et de pétrole,
  - les jonctions et les Manifolds,
  - la tuyauterie et les équipements statiques des modules, des stations de compression, le **CSTF** Et les **CTH**.
- et les installations de fond ou équipements de fond de puits.

Le suivi de l'exploitation des équipements soumis à la réglementation dont le Département Inspection et Corrosion doit :

- veiller à l'application de la réglementation en vigueur régissant l'exploitation des **APG** et des **APL** (suivi et programmation des révisions réglementaires).
- Doit s'assurer du bon respect des normes et standard gouvernant la construction le suivi et la maintenance des installations.
- Evaluer la durée de vie restante des équipements.
- Analyse des anomalies et défauts rencontrés.

Recommandations techniques lors des réparations ou des modifications.

- Assurer la relation extérieure avec les organismes de contrôle technique et administratifs (**ENACT, ARH DPEM**)

# **Chapitre II :**

## **La corrosion**

## **Chapitre II : La corrosion**

### **1. Définition de la corrosion :**

La corrosion est l'attaque destructive d'un métal par réaction chimique ou électrochimique avec le milieu environnant, engendrant des détériorations physico-chimiques du métal.

### **2. Importance de l'étude du problème de corrosion :**

L'étude de ce problème est très importante dans le but de promouvoir des moyens de lutte efficace pour réduire les conséquences néfastes de la corrosion sur l'économie qui sont difficiles à estimer.

**Alors, l'importance de cette étude est triple :**

- **Economique :**

Elle concerne la réduction des pertes du matériel qui résultent des détériorations ou de la rupture soudaine des installations.

Sécurité et perte de vie :

La corrosion peut aussi entraîner des problèmes de sécurité et de perte de vie

Humaine, en effet la corrosion a été reconnue responsable d'écrasement des ponts, d'éclatements des conduites enterrées, et d'écrasement des plates formes de forage.

Technique :

Il concerne la mise en œuvre des techniques de lutte, de suivi et de contrôle de la corrosion. Ce qui a abouti à concevoir des méthodes de lutte ; chimique qui est l'inhibition par ajout d'inhibiteur, et électrochimique comme la protection cathodique et anodique.

Le principal mobile de la recherche en corrosion provient de facteurs économiques, les pertes occasionnées sont divisées en pertes directes et pertes indirectes.

## ► Pertes directes :

### Concerne le coût relatifs aux :

- Remplacement des équipements et matériaux corrodés.
- Frais d'entretien des installations et de contrôle.
- Frais de mains d'œuvre diverses.

## ► pertes indirectes :

- arrêt de production ; conséquence directe de l'arrêt des installations pour effectuer des réfections des matériaux et instruments corrodés.
- Perte de rendement suite à l'accumulation de dépôt de corrosion dans les canalisations de certains équipements tels que. les échangeurs, les fours, et les aéroréfrigérants.
- Pertes de divers produits coûteux à travers les canalisations percées.
- Contamination des produits ; rencontrée dans les percements des échangeurs de chaleur, comme le cas des unités de traitement Hassi-R'mel ou le gaz de vente peut être contaminé par le gaz brut, ou par le glycol au niveau des échangeurs de chaleurs E 102 dans le cas d'un percement.
- Pollution de l'environnement ; le déversement de certains produits toxiques ou dangereux dans la nature a des conséquences néfastes sur l'environnement.

## 3. type de corrosion :

### a) La corrosion électrochimique :

La présence des métaux dans un milieu aqueux déclenche la corrosion électrochimique. Généralement une différence de potentiel provoque la formation d'un phénomène de pile, alors un courant électrique circule entre les anodes et les cathodes, les zones qui constituent les anodes sont attaquées. Engendrant la dissolution du métal.

**Ce type de corrosion se manifeste lorsqu'il existe :**

Hétérogénéité dans le métal.

Hétérogénéité dans le réactif.

**Plusieurs paramètres peuvent influencer sur la corrosion électrochimique parmi les quels on peut citer :**

- PH du milieu.
- Etat de surface du métal.
- Température.
- Salinité.

**❖ Mécanisme :**

Soit un métal **M** de valence **n** plongé dans un électrolyte, des ions **M n+** vont passer en solution, la réaction cathodique dépend du milieu, et l'anodique dépend du métal.



**❖ Influence des gaz dissous :**

Ce type de corrosion provient aussi de la présence de gaz dissous :

- Le gaz carbonique **CO2**.
- Les sulfures d'hydrogène **H2S**.
- L'oxygène.

**• influence du dioxyde de carbone CO2 :**

La part de corrosion par effet électrochimique sur les métaux et les alliages provient et se déclenche par la présence de dioxyde de carbone, dans des conditions d'exploitation propices en présence d'eau et des paramètres opératoires favorables, engendrant la formation de l'acide carbonique

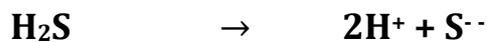
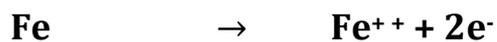
(Voir corrosion par **CO2**)

- **influence du sulfure d'hydrogène H<sub>2</sub>S :**

Le sulfure d'hydrogène est très soluble dans l'eau



Cela conduit à une augmentation des **H<sup>+</sup>** dans la solution, impliquant la baisse de **PH**. La corrosion par le sulfure d'hydrogène se présente comme suit :



Le fer forme avec le sulfure d'hydrogène un dépôt qui peut protéger le métal, et les ions hydrogènes libérés au cours de la dissociation du gaz **H<sub>2</sub>S** captent directement les électrons issus au niveau de la réaction anodique et forme l'hydrogène **H<sub>2</sub>**.

- **influence de l'oxygène :**

La présence de l'oxygène dissous augmente généralement la corrosivité d'une eau, la réaction de réduction de l'oxygène dissous :



Cette réaction se superpose à la réaction de réduction des ions **H+** (ou à toute réaction cathodique). Comme elle est généralement limitée par un phénomène de

Diffusion, elle aggrave les risques de corrosion localisée par aération différentielle.

- **Influence des facteurs physico-chimiques :**

- **la température :**

La température a un grand effet sur la solubilité des gaz corrosifs (**CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S**) dans un liquide, plus le gradient thermique est bas, plus la tendance des gaz à pénétrer dans le fluide et passer en solution.

On peut admettre que la taux de corrosion est multiplié par trois, pour un échelon de **30C°** dans l'eau.

- **la pression :**

La pression généralement n'a pas d'effet directe sur la corrosion, mais elle joue un rôle sur la quantité de gaz corrosifs dissous. Plus la pression est élevée, plus grande sera la tendance d'un gaz à pénétrer dans un fluide est passé en solution.

- **Le pH (potentiel hydrogène) :**

Le pH dépend de la nature et de la concentration des acides, bases, et des gaz dissous. Son influence sur la vitesse de corrosion présente deux aspects :

### **Thermodynamique :**

le pH influe sur les domaines de stabilité thermodynamique de tous les composés susceptibles de réagir en mettant en jeu des ions **H+** ou **OH-**, de sorte que certaines réactions ne sont possible que dans des zones de pH bien

Déterminées. La connaissance du **pH** du milieu et du potentiel du métal sont de précieuses données permettant l'énumération des réactions susceptibles de se produire au cours du processus de corrosion. Les diagrammes tension-**pH (diagrammes de POURBAIX)** indiquent pour un métal et un milieu donné, les différents domaines d'existence thermodynamique des espèces susceptibles de se formées. Les zones de corrosion, immunité, et passivation sont repérées de la même façon.

### **Cinétique :**

Les réactions consommant des ions **H+** sont accélérées par une diminution de **pH** et celles qui consomment des ions **OH-** par une augmentation du **pH**. Dans l'industrie pétrolière et gazière, le second type est rare et, d'une façon générale, les faibles **pH** correspondent à de fortes vitesses de corrosion.

## **b) La corrosion bactérienne :**

La corrosion bactérienne est un phénomène où les micros organismes, interviennent dans la corrosion des métaux. , ils agissent en créant des conditions favorables à leurs croissances, cette croissance bactérienne sur les surfaces mouillées entraîne la formation d'un film biologique, qui peut provoquer un encrassement qui peut nuire au rendement du matériel, en favorisant la corrosion des installations de production.

Parmi les bactéries responsables de formation des films biologiques on peut citer ; les algues, les champignons, et bactéries slimsforming.

- **Les bactéries slims forming :**

C'est l'ensemble des bactéries qui n'indiquent pas une espèce particulière, la plus part de ses bactéries sont aérobie réductrice d'oxygène et elles constituent un environnement idéal pour la croissance des bactéries sulfato-réductrices. Elles ont l'apparence d'une masse visqueuse ou gélatineuse et leurs coloration permet de déceler la présence d'autre bactéries :

**Noir** → **BSR.**

**Orange marron** → **bactérie de fer.**

**Blanche, grise** → **autres bactéries.**

Ces bactéries adhèrent sur les parois des pipes, des collectes, et les obstruent.

Elles constituent un système électrochimique de concertation différentielle en oxygène, on les rencontre le plus souvent dans les puits de production, d'injection d'eau, et sur les parois des filtres.

- **les bactéries sulfato-réductrices :**

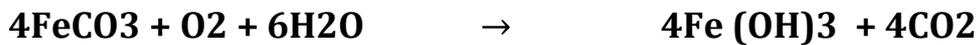
Ce sont des bactéries aérobies, on peut les trouver dans le sol, dans les eaux douces et marines, leur épaisseur est de **1 à 5 μm**, elles peuvent se développer dans un intervalle de température entre **5 C°** et **75C°** et dans un domaine de **pH** entre **5** et **9,5**.

L'action de ces bactéries se traduit par la réduction des sulfates en sulfures selon la réaction suivante :



- **Les bactéries de fer :**

Ce sont des bactéries de taille variable, mobiles, peuvent se développer avec **0.5 ppm** d'oxygène, elles sont caractérisées par leurs aptitudes à oxyder le fer ferreux en fer ferrique selon la réaction suivante :



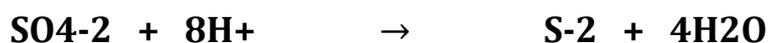
On peut les trouver dans les équipements des lignes des puits d'injection et de production d'eau, et au niveau des filtres.

- **mécanisme de la corrosion bactérienne :**

Les mécanismes de la corrosion bactérienne sont multiples :

-par la production des substances corrosives; Telles que **CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>**, ou d'un acide organique par exemple le corrosion dans les canalisations enterrées, en voisinage des joints contenant du soufre ce qui permet le développement des colonies des Thio-bacilles, dont le métabolisme détermine la formation de l'acide sulfurique qui attaque le métal.

- les bactéries sulfato-réductrices peuvent réduire le fer par l'intermédiaire de l'hydrogène



L'hydrogène provient des régions cathodiques, il y a donc dépolarisation des cathodes et libération accélérée de **Fe<sup>++</sup>** aux anodes.



Donc on aura la formation de **FeS** qui adhère sur les parois, et provoque des perforations.

- des dépôts adhérents contenus à la surface du métal, peuvent provoquer des perforations, et des piquurations, à l'endroit où le dépôt est formé.

### **c) la corrosion mécanique :**

La corrosion mécanique résulte d'une série de phénomènes tels que :

- **L'érosion :**

Cette forme de corrosion est produite par le mouvement relatif d'un fluide corrosif sur une surface métallique. La couche protectrice de passivation dépend donc uniquement de la vitesse d'écoulement du fluide brut véhiculé.

- **L'abrasion :**

Elle est due au mouvement des particules solides contenues dans un fluide brut provoquant la distraction continue de la couche protectrice de passivation.

- **Cavitation :**

Cette forme de corrosion est provoquée par l'implosion successive des bulles de vapeur sur une surface métallique, provoquant une destruction du métal.

## **d) Formes de corrosion :**

La corrosion peut se traduire sous de nombreuses formes telles que :

- **Corrosion uniforme :**

C'est la corrosion qui se développe uniformément sur toute la surface du métal ou d'un alliage par une réaction chimique ou électrochimique, elle se traduit donc par une diminution d'épaisseur par unité de temps, ou par une perte de masse par unité de surface et par unité de temps.

- **Corrosion localisée :**

Elle se localise sur un point restreint d'une surface considérée, généralement elle se manifeste sur les métaux et les alliages résistants à la corrosion uniforme comme les aciers inoxydables.

Elle apparaît sous plusieurs formes, selon la nature et l'agressivité du milieu, et les hétérogénéités du métal.

- **Corrosion par piqûre :**

Elle se développe sur une surface restreinte, l'attaque peut progresser rapidement en profondeur jusqu'au percement de la paroi métallique.

Elle est due généralement à la présence d'une petite surface anodique et d'une grande surface cathodique, et aussi à la présence des ions agressifs (**Br. -, Cl-**).

- **Corrosion galvanique :**

Ce type de corrosion se manifeste s'il y a liaison de deux métaux ou alliages différents, juxtaposés ou non, au sein d'un milieu conducteur ; l'humidité notamment, compliquée des impuretés du milieu. Le couple ainsi constitué par deux métaux différents est appelé couple galvanique de corrosion, ainsi on a formation d'une pile galvanique due à la différence de potentiel.

- **Corrosion par crevasse :**

Ce sont des attaques localisées par suite d'un confinement du milieu qui rend le métal anodique à son niveau (exemple ; la corrosion sous dépôts et dans les recoins).

- **Corrosion intergranulaire :**

Elle se traduit par décohésion des grains de la structure métallique, ce qui conduit à une perte de la résistance mécanique du métal.

- **Corrosion sélective :**

C'est la dissolution sélective de l'un des éléments de l'alliage, ce qui en résulte a la perte mécanique.

- **Corrosion par exfoliation :**

Dans cette forme, le métal se détache par plaques.

- **La fatigue corrosion :**

Elle provoqué sous l'effet combiné des tensions mécanique alternées, et d'une attaque du milieu.

- **Corrosion fissurant sous tensions :**

Elle est provoquée sous l'effet combiné des tensions mécaniques statiques a l'intérieur du métal et d'une attaque du milieu, c'est le cas de fragilisation par hydrogène de certains aciers en présence de **H<sub>2</sub>S**.

- **Fragilisation par hydrogène :**

L'hydrogène d'origine multiple peut pénétrer dans un réseau d'un métal, et s'associe entre eux pour former une combinaison qui occupe une grande place dans le réseau, et provoque un éclatement sous pression du métal.

# **Chapitre III :**

## **Inspection**

## **Chapitre III : Inspection**

Tous complexe industriel pétrochimique est composé d'équipements coûteux qui traitent ou acheminent des produits inflammables pour la plus part, ou certaines peuvent être explosifs ou dangereux lors de leurs manipulation.

Toute défaillance d'un équipement de ce genre par une rupture peut être la cause de graves accidents tels les incendies ou les explosions et dont les conséquences peuvent être celons le cas :

- une détérioration des installations.
- un arrêt des unités de production.
- perturbation des programmes de production
- des pertes de vies humaines, des brûlures et blessures

### **1. Objectifs d'inspection :**

Le rôle principal de l'inspection est en quelque sorte une sécurité par la prévention.

Car la prévention des défaillances ou d'accidents qui peuvent surgir sur les équipements et aussi par apport de conseils techniques appropriés le service inspection peut éviter au complexe le pire.

la fabrication est l'exploitation des équipements sont soumis a des réglementations officielle, le service inspection doit veiller a leur application.

Doit s'assurer du bon respect des normes standard des installations.

Evaluer la durée de vie des équipements.

Analyse des anomalies et défauts rencontrés.

Recommandations techniques lors des réparations ou modification.

## 2. Techniques d'inspection :

Bien qu'il existe des méthodes générales d'inspection, il ne peut pas y avoir de recette définitive et garanties pour la détection des anomalies dans un équipement.

Les méthodes de contrôle sont des plus simples tel la mesure d'une démontions, au plus compliqué tel la radiographie.

**On peut décerner trois grandes familles de contrôles :**

- **Contrôle visuel :**

Ce type d'inspection s'applique à l'état de l'équipement pour rechercher à l'œil tout élément étranger adhérent à la surface du métal, ou toutes corrosion de celle-ci,



**Figure 1 : Inspection visuelle d'états Extérieurs d'un tube Métallique.**

➤ **méthodes non destructives :**

**C'est l'inspection de l'équipement sans porter atteinte à sa structure métallique. Elle permet de :**

- détecter la déformation interne et externe.
- Mesure d'épaisseur.
- Déterminer la structure métallique.
- Déterminer les conditions de travail du matériau.

## **Les principales méthodes du contrôle non destructif utilisées pour la détection des défauts sont :**

- Le contrôle par ressuage.
- Le contrôle magnétoscopique.
- Le contrôle radioscopique.
- Le contrôle aux ultrasons.

### **❖ Les ultrasons :**

Le contrôle par ultrason est utilisé pour détecter les défauts de profondeur, on exécute le contrôle à l'aide d'un appareil à ultrason, qui est relié à l'équipement la pièce à contrôler par un palpeur. Il existe deux types de palpeur :

- **palpeur droit** : Il détecte les défauts dans un niveau droit.
- **palpeur à angle** : Il détecte les défauts en position angulaire.

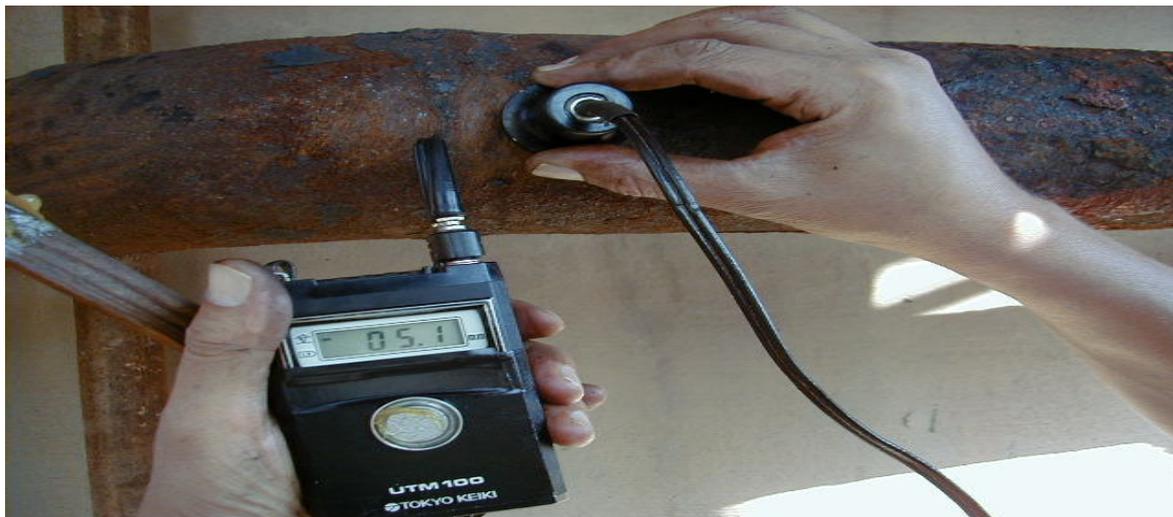
Le palpeur n'est pas en contact direct avec la pièce contrôlée, mais il existe une graisse entre la surface contrôlée et le palpeur (fixateur).

Le palpeur émit des ondes ultrasonore, ces ondes vont traverser les défauts, et arrivent jusqu'au fond de la pièce, puis retourne vers le palpeur, d'où l'appareil à ultrason capte ces ondes et les transformes en spectre, ce spectre de référence (spectre où il n'existe pas de défaut), si il existe un défaut, on va avoir plus que le premier pic et le pic d'écho de fond un autre pic, qui diminue l'amplitude du premier pic.

Afin de détecter tous les défauts le palpeur est translaté le long de la pièce pour calculer la profondeur du défaut, il faut trouver la fréquence du défaut et il faut connaître la profondeur de la pièce à contrôler.

Il existe une relation entre la profondeur et la valeur de la fréquence de l'onde, si la fréquence est petite, le palpeur peut détecter les défauts à des grandes profondeurs.

Les ultrasons sont utilisés aussi pour la mesure des épaisseurs, le palpeur est placé sur une conduite et on va avoir une valeur directe de l'épaisseur (lecture directe), ainsi que pour détecter l'état d'avancement de la corrosion.



**Figure 2 : Contrôle non destructive par ultrasons.**

### ➤ **méthodes destructives :**

Dans certain cas, il est nécessaire d'agir sur la structure du métal pour obtenir des indications sur le comportement des matériaux, on utilise alors un échantillon sur le quel va être réalisée des testes physico-chimiques et des examens métallographiques.

### **3. Activités de l'inspection :**

Le déroulement d'une opération d'inspection ne peut donc être improvisé mais ressort en fonction des besoins :

- planification et programmation (besoin de prévention).
- Préparation et exécution (besoin de réalisation).
- Exploitation d'informations techniques (besoin de conseils techniques).

**On distingue trois activités principales d'inspection :**

#### **a) L'inspection préventive :**

Consiste à un contrôle régulier afin d'assurer un fonctionnement continu.

#### **b) L'inspection accidentelle :**

Elle est engagée de manière imprévue sur un équipement de façon à remédier à toute défaillance technique.

#### **c) L'inspection pour réception :**

S'effectue sur un équipement avant son acceptation définitive, pour la détection d'anomalies survenues lors de la construction, transport ou autres.

**Pour la répartition des tâches au sein du service inspection on distingue des sections tel que :**

#### **d) Section - Piping :**

Elle s'occupe du contrôle des pipes

- états des pipes (dégradation du métal).
- Equipement du fond et installation de surface
- Manifolds
- Tronçon des unités **HP** de traitement de **GAZ**

#### **e) Section – Equipements statiques :**

Elle s'occupe du contrôle des équipements tel que :

**Ballon - colonne - échangeur de chaleur – Aero -Bac – Sphère - Four**

#### **f) Procèdes d'inspection de ces équipements :**

L'arrêt du train de n'importe quel module rentre dans le cadre de l'application de la réglementation en vigueur, portant sur les appareils à pression de gaz (**APG**).

Cet arrêt est programmé pour une révision décennale de tous les équipements du train qui sont soumis à la réglementation et il consiste à l'inspection interne et externe de chacun d'eux et à effectuer des tests d'épreuve, de renouvellement à des pressions équivalentes à **1.5** fois celles maximales de service.

Durant cette révision l'ensemble des équipements vent subir une inspection interne, externe et un relevé des épaisseurs des parois pour les ballons séparateurs et les serpentins des deux fours.

En outre, afin de relever toute entrave au bon fonctionnement et à la sécurité des équipements du train, des contrôles rigoureux, seront effectués après nettoyage des parois internes.

# **Chapitre IV :**

## **Protection Cathodique**

## **Chapitre IV : Protection Cathodique**

Elle consiste à amener par des moyens extérieurs et artificiels l'ensemble de la surface extérieure du métal à un potentiel suffisamment négatif pour rendre la canalisation entièrement cathodique et supprimer ainsi le risque corrosion extérieure.

La protection cathodique complète la protection passive et ceci quelques soient les modifications de l'environnement des canalisations dans le temps :

- Blessures du revêtement.
- Modification de la résistivité des sols.
- Nouveau environnement électrique des canalisations.

**La protection active se compose essentiellement de 2 modes :**

- protection par anode sacrificielle.
- protection cathodique par courant imposé.

Ce mode de protection est appelé, plus communément, protection par soutirage.

Le principe de cette protection consiste à relier au pôle négatif d'une source à courant continu, l'ouvrage à protéger, tant que le pôle positif est relié à une pièce conductrice (en métal ou en graphite) enterrée à une certaine distance.

Le courant portant de cette pièce appelée déversoir traverse le sol, est capté par la canalisation est retourné au générateur par circulation dans le métal de la conduite.

La canalisation est alors rendue négative par rapport au sol, si le critère de potentiel est atteint en tous points, la conduite est protégée cathodiquement.

## **1. Equipment de la production cathodique :**

### **a) Générateur de courant continu :**

Le poste de soutirage est un générateur de courant continu. Il fournit une intensité de **1A** jusqu' 'à **30A** sous une tension de **24** à **48V**.

Habituellement il est constitué par un transformateur redresseur alimenté à partir du réseau électrique basse tension **220V**...

Les réglages de la tension et courant de sortie se font à partir d'un rotor transformateur.

Tous les appareils sont munis d'indicateurs pour le contrôle de leur fonctionnement, et de systèmes de protection par fusibles.

Dans certaines situations où l'énergie électrique basse tension n'est pas disponible.

### **b) Le déversoir :**

Le déversoir sert à injecter le courant de protection cathodique dans le sol. Il doit donc être constitué de matériaux conducteurs de courant. Se comporte comme une anode, il est soumis aux phénomènes d'oxydation. La masse du matériau constituant le déversoir devra être déterminée pour que l'installation ait une durée de vie de l'ordre de **15** à **20** ans.

#### **• Matériaux de déversoir :**

-l'acier sous la forme de rails

-le graphite

-le ferrosilicium

-la magnétite

-le titane platine

-L'anolyte

➤ **L'anolyte :**

Est le milieu encaissant, de remplissage, qui entoure le déversoir. Le terme « **backfill** » est parfois employé. Il peut être nécessaire, pour favoriser l'émission du courant, de créer un milieu conducteur autour de l'anode. Ce milieu homogène permettra, de plus, une corrosion plus uniforme du déversoir et prolongera ainsi sa durée de vie.

• **Eclateur de ligne :**

L'éclateur de ligne bloque les courants (continus ou alternatifs) jusqu'à une tension d'amorçage il permet alors d'écouler un courant de décharge de plusieurs KA est une intensité de courant de foudre encore plus élevée pendant quelque microsecondes.

Il permet typiquement de protéger un joint isolant en évitant de le détruire sur un choc de foudre mais sa tension d'amorçage est supérieure à la tension de sécurité de l'homme.

Un Eclateur est constitué d'une enveloppe contenant un gaz rare, neutre et isolant ou par un ensemble de composants électronique.

• **Prise de potentiel :**

Ce dispositif est destiné à permettre un contact facile avec la structure dont on veut mesurer le potentiel.

**On peut y trouver 5 types de prise de mesure :**

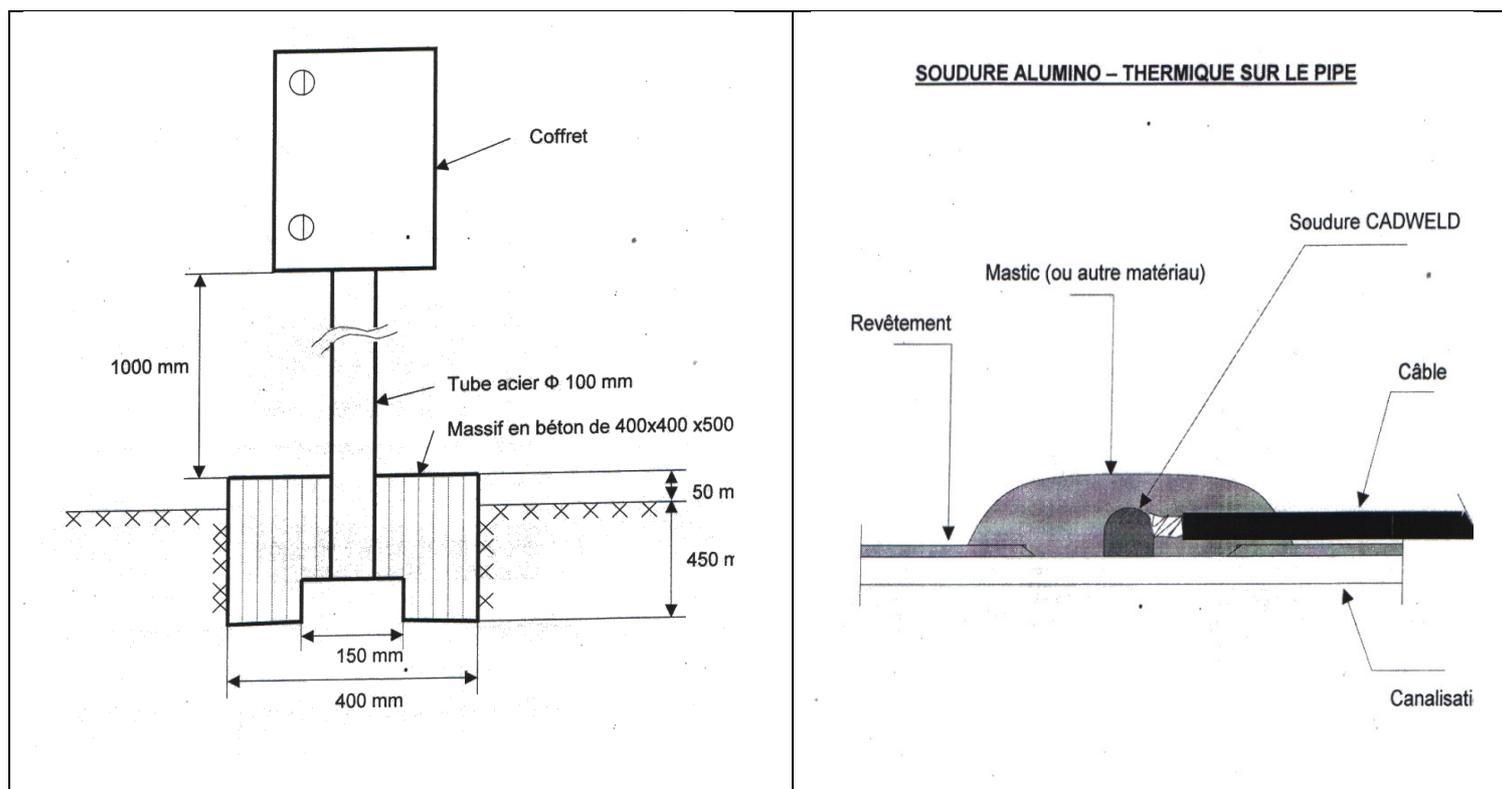
**PS** : point de soutirage

**PPS** : prise de potentiel simple

**PG** : prise de gaine

**PC** : prise de croisement

**PJ** : prise de joint isolant



**Figure 1 : Schéma des méthodes de La protection cathodique (protection par anode sacrificielle/ courant imposé).**

## **2. conditions générales de réalisation de protection cathodique :**

Pour assurer un fonctionnement rationnel de toute installation de protection cathodique les ouvrages doivent répondre aux exigences ci-après :

- avoir une bonne conductibilité électrique ;
- être doté d'un revêtement présentant une résistance d'isolement suffisante ;
- Absence totale de contact électrique avec toute structure étrangère et les mises a la terre ;
- être délimitée électriquement aux extrémités par des joint isolants.

### **3. Pour la mise en œuvre des systèmes de protection cathodique :**

- procéder à des shuntages à hauteur des postes de **CH** (changement de diamètre),

Jonctions et manifolds des différents pipe-lines pour assurer la continuité électrique des ouvrages ;

- procéder à la mise en place ou au remplacement des joints isolants manquants ou défectueux ;

• prévoir un nombre de points de mesures suffisant et susceptible de fournir toutes les informations nécessaires à une exploitation rationnelle des systèmes ;

- Installation des éclateurs aux bornes des joints isolantes pour assurer la sécurité des installations et du personnel ;

• Se conformer aux exigences des règles de l'art et des normes de la profession.

**Chapitre V :**  
**Résultats de l'inspection de la**  
**Sphère De Stockage de GPL**

**50 T004**

## Chapitre V :

# Resultats de l'inspection de la Sphère de stockage de GPL

**50 T004 - CSTF**



Inspecteurs : **M-KELAIAIA**  
**N-HENDEI**  
**T-SEGHIR**

## Spécifications techniques de la sphère :

- **Produit stocké** : GPL
- **Capacité** : 6508 m<sup>3</sup>
- **Volume** : 7170.6 m<sup>3</sup>
- **Pression de calcul** : 5.98 kg/cm<sup>2</sup>
- **Température de cal.** : -17.8°C/93.3°C
- **Diamètre intérieur** : 23.925 m
- **Pression d'épreuve** : 12.1 kg/cm<sup>2</sup>
- **Pression max. admissible** : 8.058 kg/cm<sup>2</sup>
- **Examen radiographique** : 100%
- **Coefficient sismique** : nul
- **Pression de vent** : 208.4 kg/cm<sup>2</sup>
- **Matériaux des tôles** : SA 537 Classe 2
- **Code de calcul** : ASME section VIII div1
- **Année et N° de fab.** : 1978 N° T756156 A
- **Constructeur** : TOYO-KANATSU  
JAPON

## **I. INTRODUCTION :**

La révision décennale de la sphère de stockage de **GPL « 50 T004 »** du **CSTF** s'est déroulée durant le mois de janvier **2020** conformément à la réglementation en vigueur, en matière d'appareils à pression de gaz.

### **Le programme de la révision :**

- Inspection visuelle externe
- Inspection visuelle interne
- Inspection par magnétoscopie
- Mesure des épaisseurs
- Contrôle des supports et des croisillons

## **II. RESULTATS DES INSPECTIONS :**

### **1) INSPECTION EXTERNE :**

- Vu la stagnation des eaux de refroidissement des couronnes et pluviales entre les parois et l'ignifugeage, certaines zones des parois externes sont recouvertes d'une couche de rouille (hémisphère inférieur).
- Etat général satisfaisant, Aucune déformation ou endommagement n'a été décelé mis à part la dégradation de l'ignifugeage sur certains croisillons de renforcement des supports.
  - Supports/pieds en mortier : Etat satisfaisant
  - Croisillons de renforcement : Sévère corrosion  
Jusqu'au percement sur certain croisillons
  - Hémisphères supérieur et inférieure :  
Etat satisfaisant des viroles des hémisphères par contre une dégradation avancée de l'ignifugeage a été constatée (suite à l'infiltration des eaux de refroidissement et pluviales).

## **2) INSPECTION INTERNE :**

Présence d'un dépôt de rouille et de saleté sur une grande partie des parois internes de la sphère.

## **III. INSPECTION PAR MAGNETOSCOPIE :**

### **1) Conditions du contrôle :**

Préparation de la surface : nettoyage et sablage.

Lumière : ultraviolette (densité  $\geq 10$  w/m<sup>2</sup>) lumière blanche ( $\leq 50$  lux).

**Température : ambiante.**

### **2) Matériels utilisés :**

- Electro-aimant (alimentation 110V).
- Lampe à lumière UV (lampe de Wood).
- Meule électrique (alimentation 110V).
- Pissette pour application du révélateur.
- Double mètre.
- Jauge de profondeur.

### **3) Produit utilisé :**

Liqueur magnétique fluorescente (0.5 à 2 g/l de la poudre magnétique plus 30 à 40 ml d'inhibiteur de corrosion et d'émulsifiant).

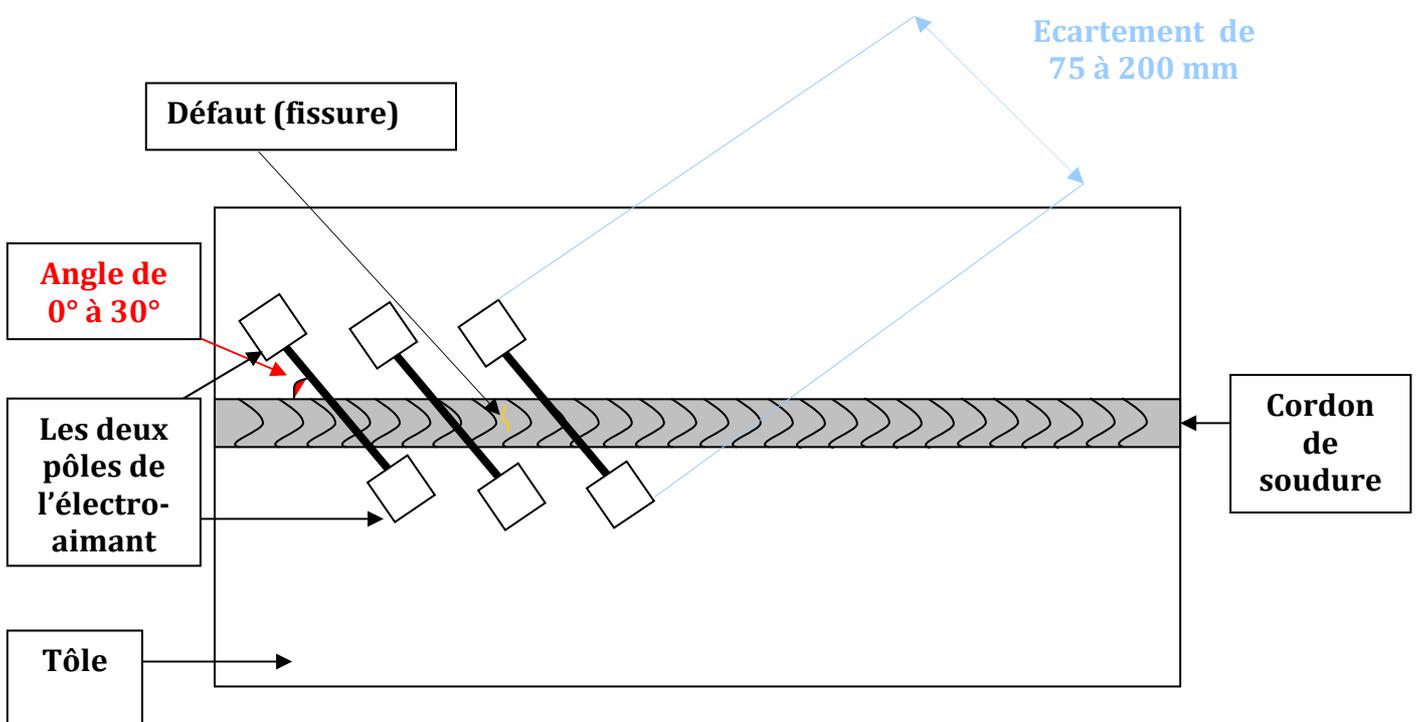
### **4) Principe de la méthode :**

C'est une méthode de contrôle non destructif qui permet la mise en évidence des défauts superficiels débouchant ou sous cutanés.

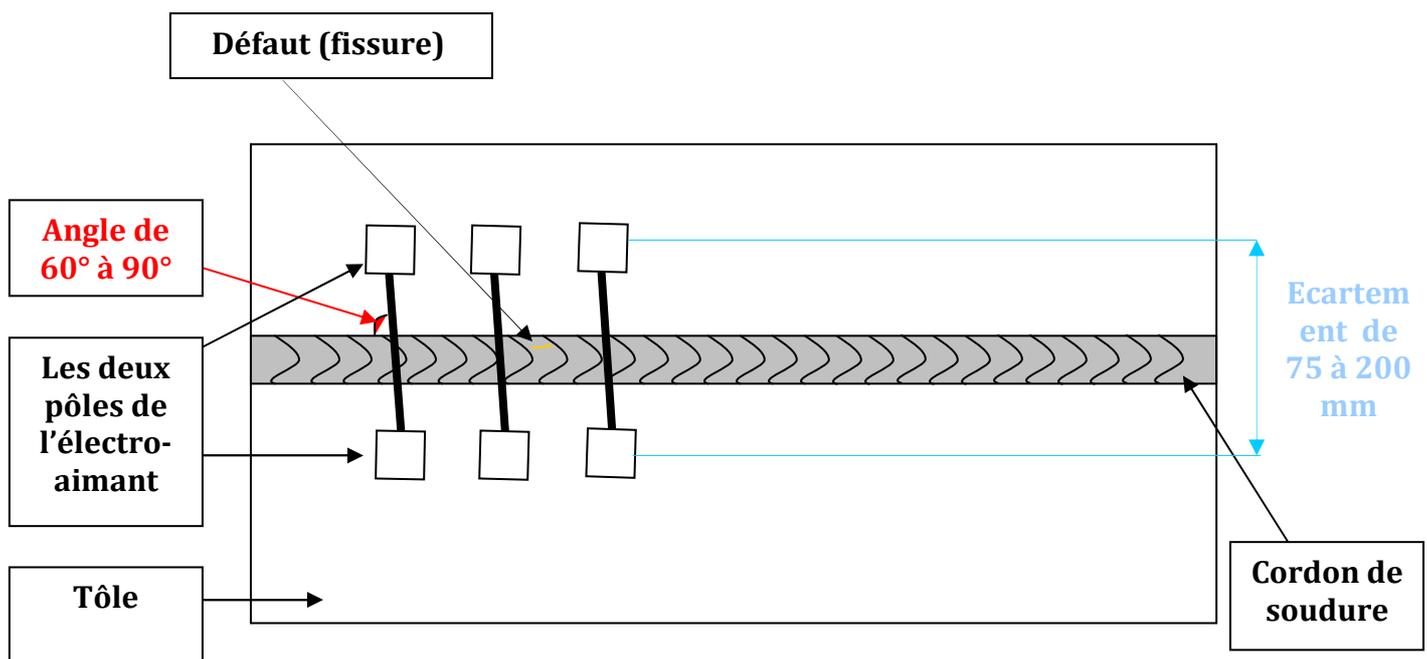
Elle consiste à appliquer à l'aide d'un électro-aimant sur l'endroit à contrôler, et ce après l'avoir bien nettoyé au préalable par sablage, un flux de champ magnétique, en même temps et à l'aide d'une pissette on étale sur cet endroit une solution à particules fluorescentes (un révélateur fluorescent) si les lignes du champ magnétiques se trouvent perpendiculairement à un défaut (fissure), les particules magnétiques se concentrent sur ce défaut engendrant un flux de fuite à cet endroit ce qui permet de détecter le défaut sous une lumière ultraviolette (lampe de wood).

### 5) Mode opératoire :

- nettoyage des zones a contrôlé par un brossage.
- Ecartement entre les deux pôles de l'électro-aimant (75 à 250mm).
- application du champ a l'aide de l'électro-aimant (par passage de flux) tout en appliquant le révélateur avec un temps de temporisation de 5 secondes.
- direction de magnétisation en deux directions perpendiculaires l'une par rapport à l'autre.



## RECHERCHE DES DEFAUTS TRANSVERSALES



## RECHERCHE DES DEFAUTS LONGITIDINALES

### 6) Résultats du contrôle par MT :

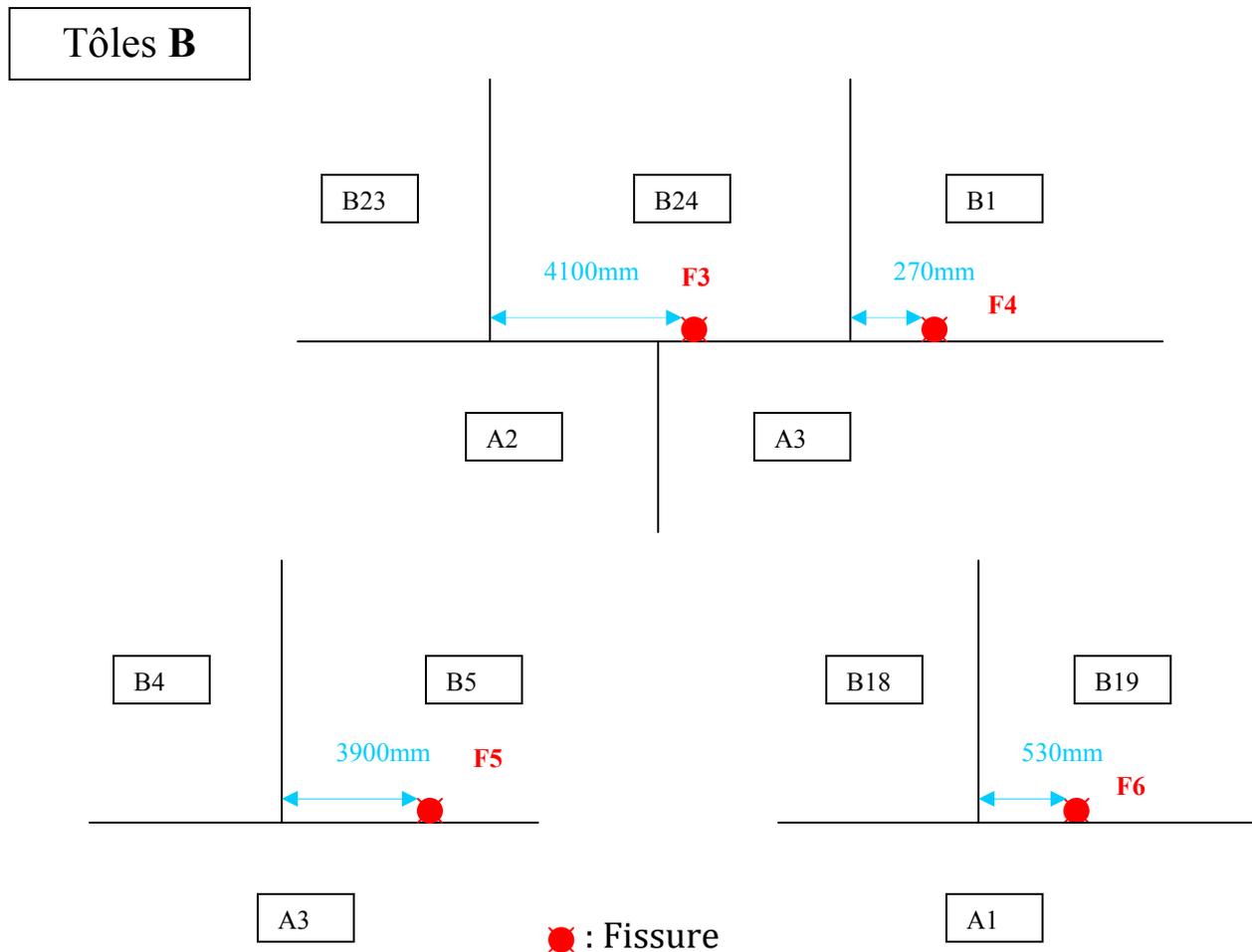
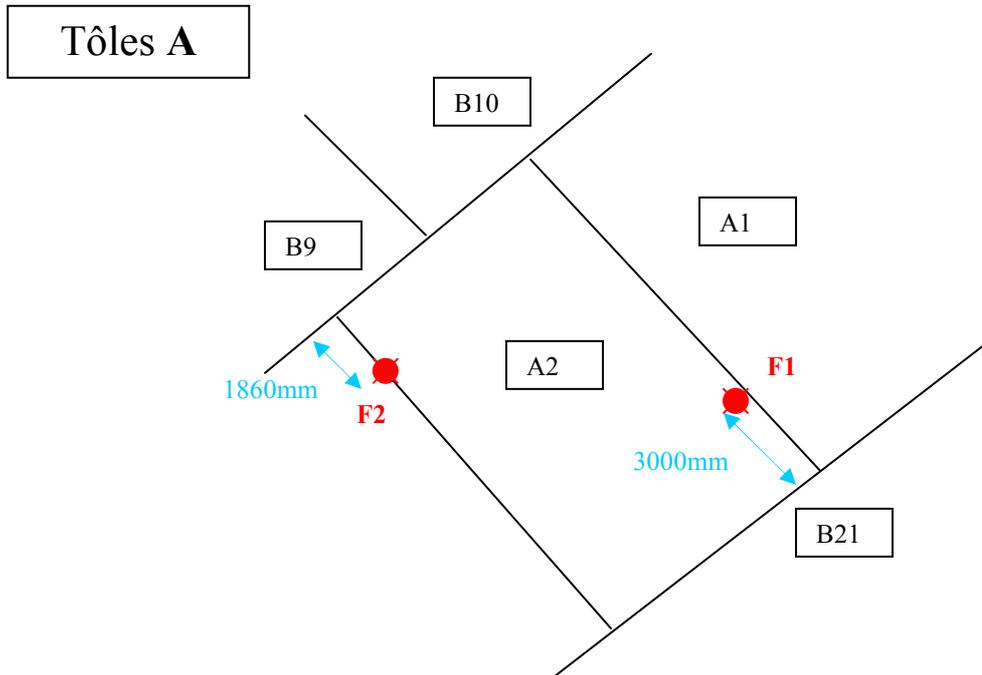
Après un contrôle minutieux des zones à contrôler (cordon de soudure et ZAT), on a révélé la présence d'un total de **31** fissures dont la profondeur varie entre **0.5** et **2.0 mm** et qui ont été éliminées par de légers meulages.

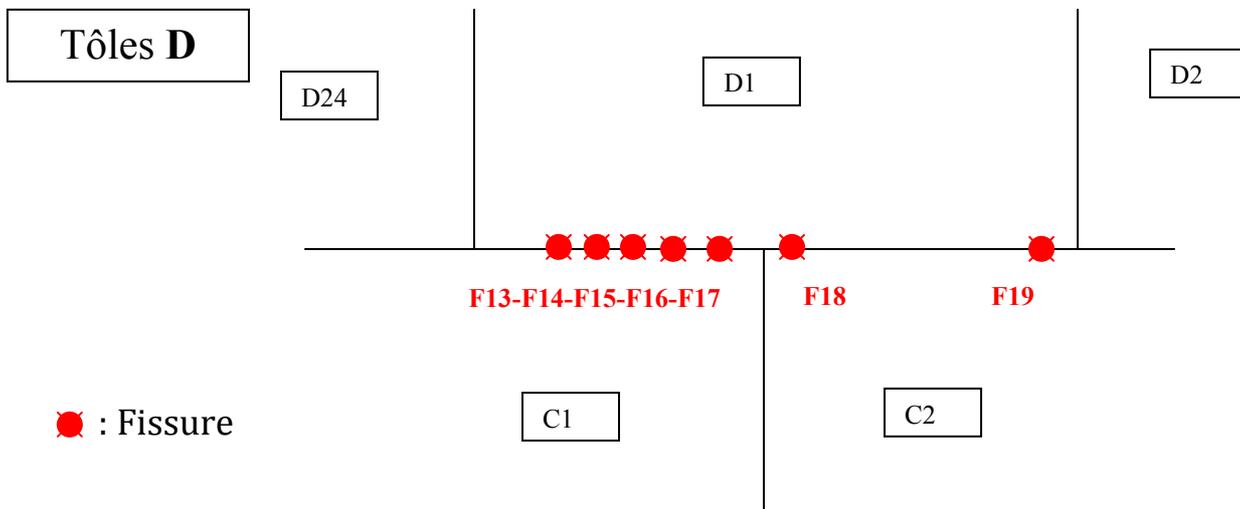
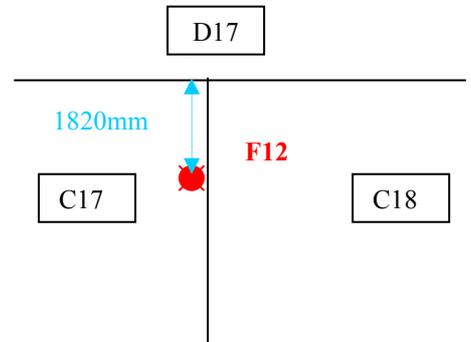
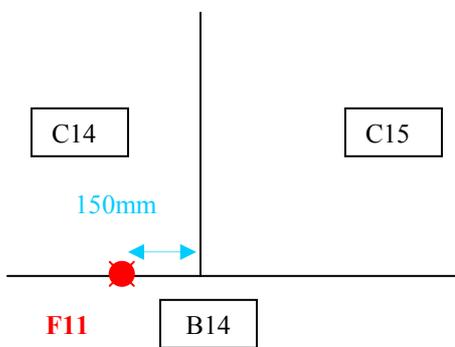
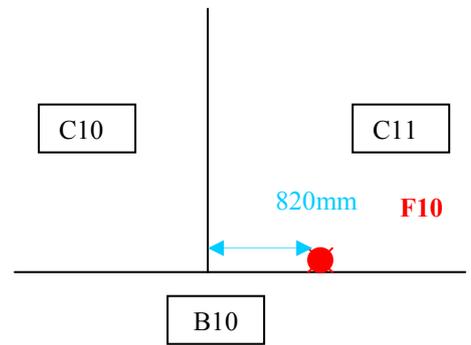
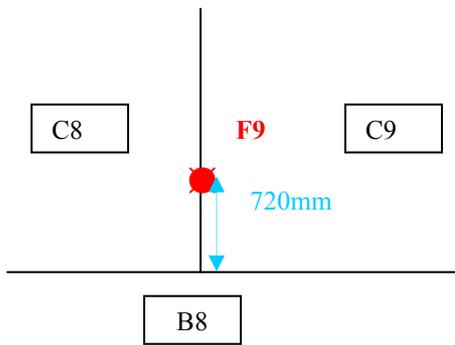
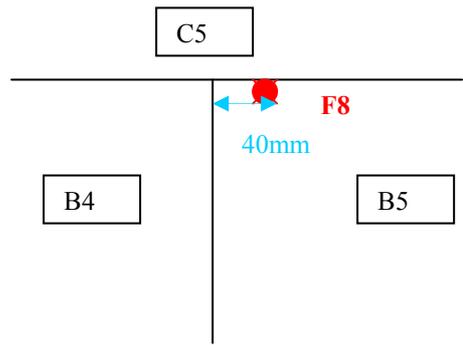
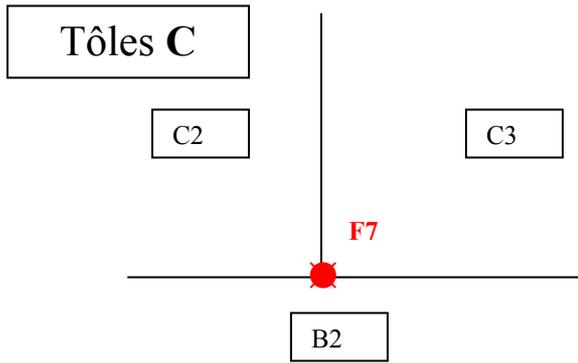
**(Voir tableau de relevés des défauts).**

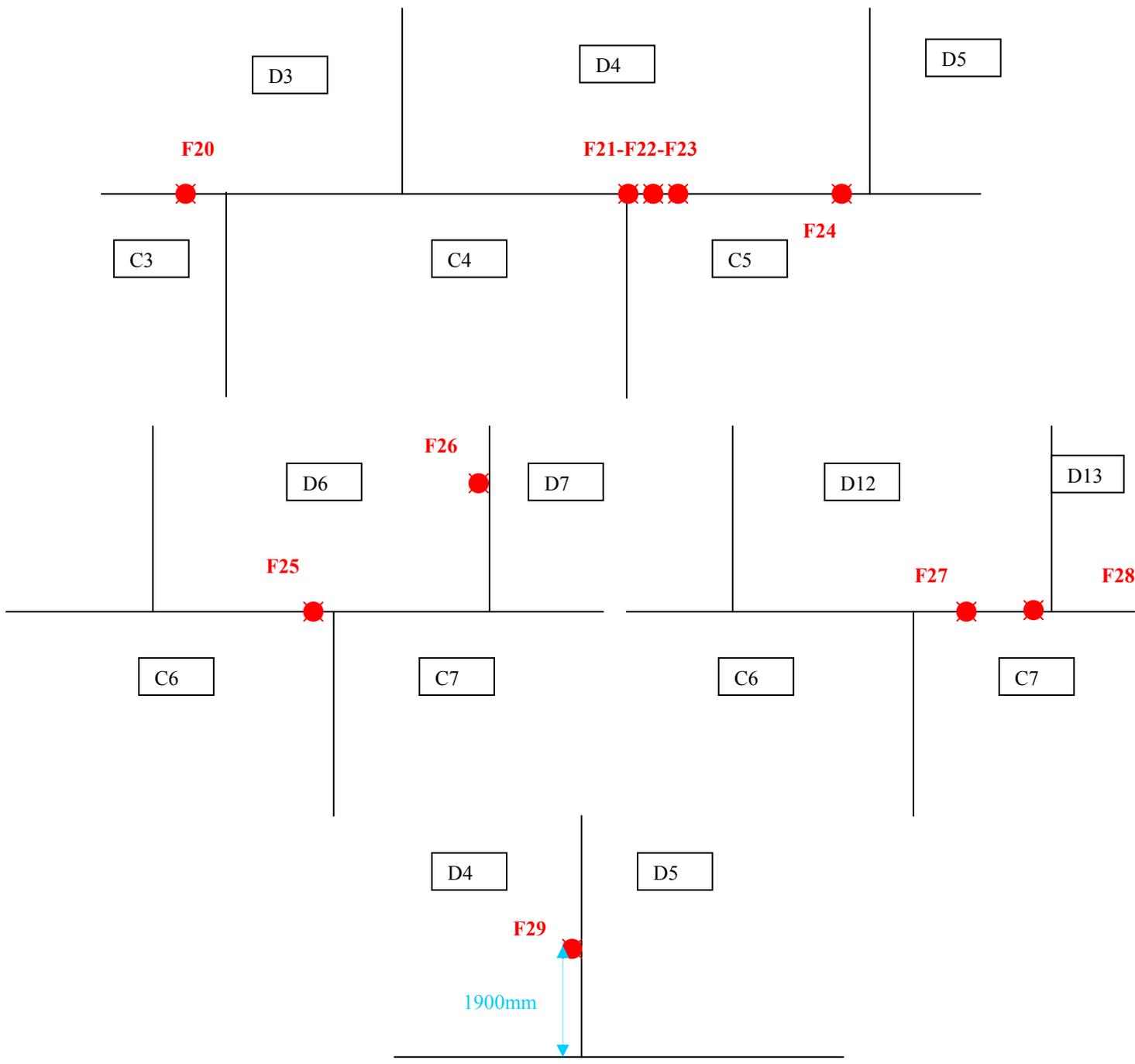
<b>Tôle</b>	<b>N° de défaut</b>	<b>Type de défaut</b>	<b>Profondeur de défaut</b>	<b>observations</b>
<b>A</b>	1	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	2	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
<b>B</b>	3	fissure	0.5mm	Eliminer après meulage
	4	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	5	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	6	fissure	1.5mm	Eliminer après meulage
<b>C</b>	7	fissure	2.5mm	Eliminer après meulage
	8	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	9	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	10	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	11	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	12	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
<b>D</b>	13	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	14	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	15	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	16	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	17	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	18	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	19	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	20	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	21	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	22	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
	23	fissure	0.5mm	Eliminer après meulage
	24	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage
	25	fissure	2.5mm	Eliminer après meulage
26	fissure	1.5mm	Eliminer après meulage	
27	fissure	2.0mm	Eliminer après meulage	
28	fissure	2.5mm	Eliminer après meulage	
29	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage	
<b>E</b>	30	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage
<b>F</b>	31	fissure	1.0mm	Eliminer après meulage

**(Tableau de relevés des défauts)**

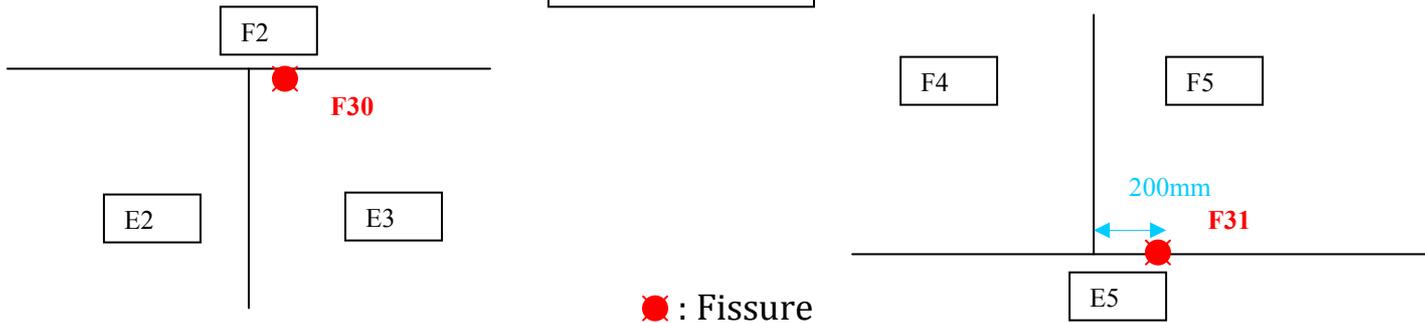
## 7) Cartographie (Localisation des défauts "fissures") :







**Tôles E-F**



● : Fissure

## 8) Prises des épaisseurs aux ultrasons :

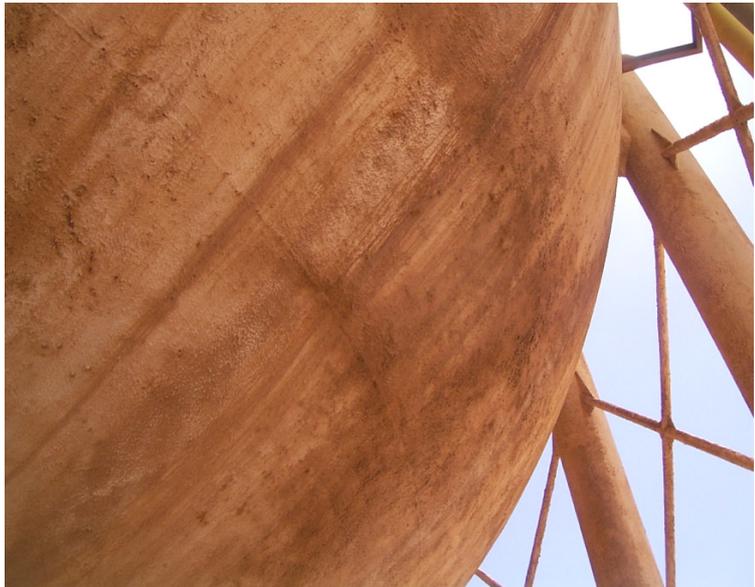
Repère de la tôle	A		B		C		D		E		F		G	
	Ep <sub>o</sub>	Ep <sub>m</sub>												
1	34.3	34.7	34.3	34.6	34.0	34.6	35.7	37.2	31.2	32.0	29.7	30.7	28.8	29.6
2	34.3	34.6	34.3	34.7	34.0	34.5	35.7	34.9	31.2	32.0	29.7	30.1	28.8	29.4
3	34.3	34.9	34.3	34.8	34.0	34.6	35.7	36.4	31.2	32.3	29.7	30.4	28.8	29.4
4			34.3	35.1	34.0	35.1	35.7	36.2	31.2	31.8	29.7	30.7		
5			34.3	35.2	34.0	34.6	35.7	34.1	31.2	31.9	29.7	30.4		
6			34.3	35.3	34.0	34.2	35.7	37.6	31.2	31.9	29.7	30.4		
7			34.3	35.0	34.0	34.2	35.7	36.2	31.2	32.4	29.7	30.5		
8			34.3	34.6	34.0	34.7	35.7	35.5	31.2	32.1	29.7	30.6		
9			34.3	34.7	34.0	34.5	35.7	36.3	31.2	31.6	29.7	30.7		
10			34.3	35.0	34.0	34.6	35.7	36.8	31.2	31.3	29.7	30.6		
11			34.3	35.5	34.0	34.4	35.7	34.8	31.2	31.6	29.7	30.5		
12			34.3	35.1	34.0	34.9	35.7	36.2	31.2	31.7	29.7	30.0		
13			34.3	35.0	34.0	32.2	35.7	36.0	31.2	31.6	29.7	30.5		
14			34.3	33.7	34.0	33.8	35.7	35.0	31.2	31.1	29.7	30.8		
15			34.3	35.2	34.0	34.3	35.7	36.4	31.2	32.0	29.7	30.4		
16			34.3	34.8	34.0	34.3	35.7	36.3	31.2	31.9	29.7	30.1		
17			34.3	35.1	34.0	34.1	35.7	34.6	31.2	32.1	29.7	30.5		
18			34.3	35.1	34.0	34.1	35.7	36.7	31.2	31.9	29.7	30.5		
19			34.3	34.5	34.0	34.0	35.7	36.6	31.2	33.0	29.7	30.6		
20			34.3	35.1	34.0	34.7	35.7	34.4	31.2	32.1	29.7	30.7		
21			34.3	35.2	34.0	34.3	35.7	36.4	31.2	31.7	29.7	30.2		
22			34.3	35.2	34.0	34.2	35.7	36.5	31.2	31.9	29.7	30.3		
23			34.3	35.4	34.0	35.0	35.7	34.3	31.2	31.9	29.7	30.4		
24			34.3	35.1	34.0	34.3	35.7	36.7	31.2	31.5	29.7	30.5		

**Ep<sub>m</sub>** : épaisseur mesurée

**Ep<sub>o</sub>** : épaisseur originale

Les valeurs des épaisseurs mesurées sur les tôles  
(Voir tableau ci-dessus) sont proches des épaisseurs originales.

**Figure 1 :**  
**Etat externe**  
Légère dégradation  
de l'ignifugeage



**Figure 2 :**  
**Etat externe**  
Légère dégradation  
de l'ignifugeage



**Figure 3 :**  
**Etat externe**  
Légère dégradation  
de l'ignifugeage



**Figure 4 :**  
**Etat externe**

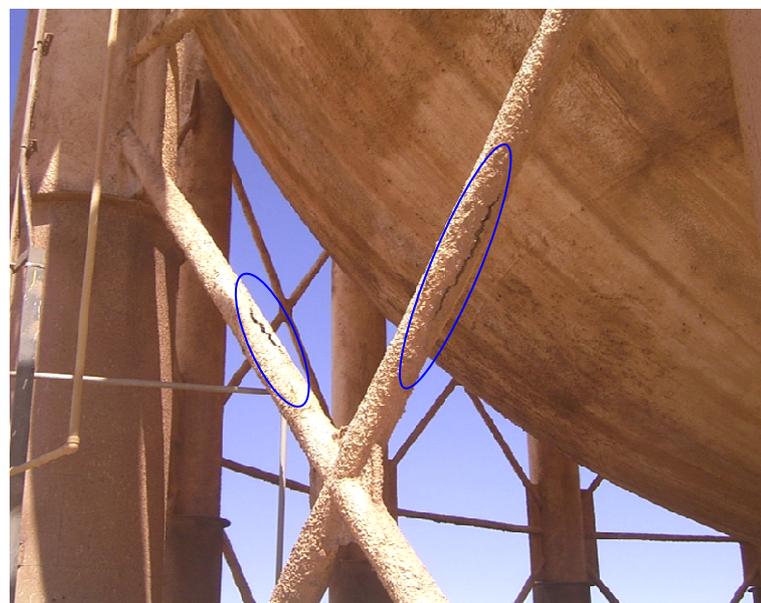
Photo montrant l'oxydation (rouille) sous l'inifugeage de la paroi externe (Zone grattée au par avant).

Epaisseurs mesurées proches des valeurs originales



**Figure 5 :**  
**Etat externe**

Fissuration des croisillons de renforcement côté sud.



**Figure 6 :**  
**Etat externe**

Fissuration des croisillons côté sud.



**Figure 7 :**  
**Etat externe**  
Vue rapprochée  
montrant la  
Fissuration des  
croisillons côté sud.



**Figure 8 :**  
**Etat externe**  
Vue rapprochée  
montrant la  
Fissuration des  
croisillons côté sud.



**Figure 9 :**  
**Etat externe**  
Légère fissuration de  
l'inifugeage de  
quelques croisillons.



**Figure 10 :**  
**Etat externe**  
Légère fissuration



**Figure 11 :**  
**Etat externe**  
Légère fissuration



**Figure 12 :**  
**Etat externe**  
Etat satisfaisant des  
parois de  
l'hémisphère  
supérieur.



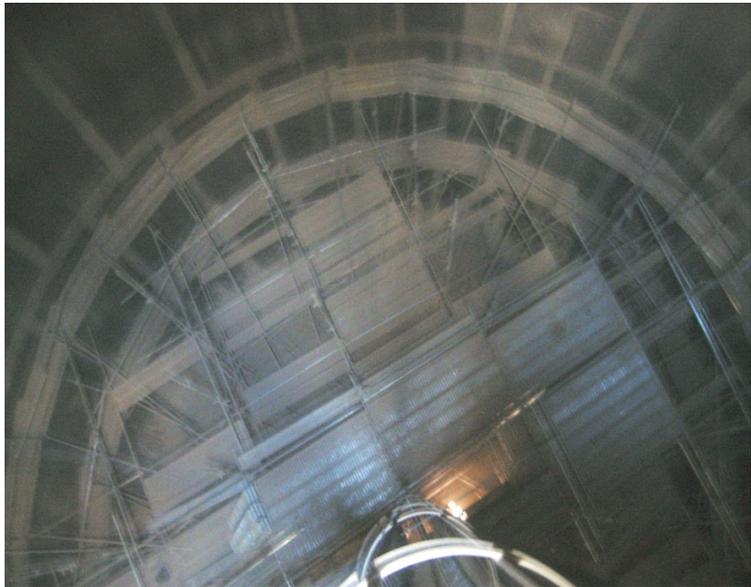
**Figure 13 :**

Photo montrant la disposition de l'échafaudage (vue du haut).



**Figure 14 :**

Photo montrant la disposition de l'échafaudage (vue du haut).



**Figure 15 :**

**Etat interne**

Photo montrant la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.



**Figure 16 :**  
**Etat interne**

Photo montrant l'état des parois et la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.



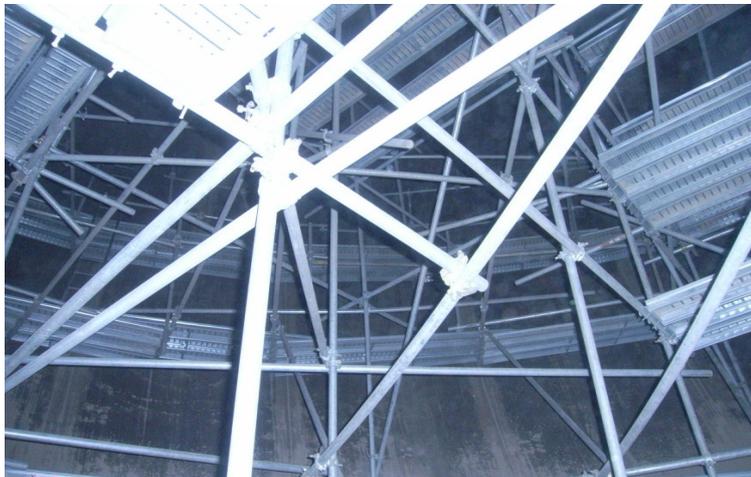
**Figure 17 :**  
**Etat interne**

Photo montrant l'état des parois et la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.



**Figure 18 :**

Photo montrant la disposition de l'échafaudage de l'hémisphère inférieur.



#### **IV. CONCLUSION et RECOMMANDATIONS :**

Après l'étude et l'analyse des résultats d'inspection, nous pouvons conclure que l'état général de la sphère est satisfaisant et peut être remise en service.

Nous recommandons le lancement d'un projet de renouvellement de l'ignifugeage.

En fin, nous rappelons que les inspections ont été effectuées en présence d'un représentant de l'organisme **ENACT**.

# **CHAPITRE VI :**

## **SECURITE**

# Chapitre VI : SECURITE

## I. Introduction :

Le butane et propane doivent être considérés plutôt comme gaz ou de liquide, les précautions à prendre sont identiques à celles qui sont exigées pour tout autre gaz combustible en insistant cependant sur deux points particuliers :

- Leur densité supérieure à celle de l'air ;
- Leur limite inférieure d'inflammabilité très basse ;

Ces propriétés permettant le maintien de nappe de gaz au cas du sol avec un risque d'inflammation pour les concentrations relativement faibles.

## II. Précautions :

### 1-Mesures Préventives :

- Eviter l'accumulation de gaz dans les égouts, puits, caves...
- L'interdiction de fumer sert de règle absolue dans les dépôts
- La production d'étincelles ou de flamme peut provoquer une inflammation.

### 2-Lutte contre l'incendie :

a)-En cas d'inflammation, il importe de décider si l'on cherche à éteindre immédiatement l'incendie ou si l'on se borne à le contrôler.

La règle générale est de ne pas éteindre une fuite de gaz enflammé autrement qu'en arrêtant cette fuite, c'est-à-dire pratiquement par la fermeture d'une vanne située en amont de cette fuite dans le cas où l'obturation de la fuite paraît douteuse ou impossible, il peut être préférable de contrôler l'incendie en laissant le gaz se consumer jusqu'à l'épuisement.

b)-Il est bon de se rappeler qu'un incendie peut être contrôlé dans certaines limites tandis qu'une explosion résultant de l'inflammation d'une nappe de gaz dont on ignore l'étendue peut causer des dégâts considérables.

c)- Lorsque le feu se trouve à une certaine distance de réservoirs il est souvent possible de s'en rendre compte en fermant un vanneau, le cas échéant, en écrasant la tuyauterie, il est bon de confier cette tâche à une personne qui connaît bien les tuyauteries dans leurs détails.

d)-Si le personnel doit travailler à proximité d'un incendie sous la protection de lances, il faut s'assurer que l'arrivée de l'eau ne peut pas être interrompue. On emploie deux ou plusieurs conduites d'alimentation au mieux on alimente les lances de plusieurs sources. La progression des hommes vers le feu doit se faire sous la protection ininterrompue des lances jusqu'à ce qu'il soit revenue de la zone dangereuse.

e)- Les constructions qui se trouvent exposées à la flamme doivent être protégées par des aspersion d'eau en jet ou pulvérisation. La protection est efficace, même si ces constructions sont combustibles à condition que l'aspersion soit continue et bien dirigée.

f)-En cas d'incendie autour d'un réservoir si la fuite ne peut être arrêtée il est recommandé de refroidir la partie supérieure au moyen d'eau pulvérisée tant qu'il reste du liquide dans le réservoir, l'absorption de chaleur nécessitée par sa vaporisation peut suffire pour empêcher un échauffement dangereux des parois.

g)-Le refroidissement brutal d'un réservoir surchauffé peut en provoquer la rupture. La projection de l'eau doit être assurée dès le début de l'incendie et être effectué d'une distance suffisante. Il est par ailleurs souvent inutile de chercher à éteindre les flammes qui peuvent brûler à la sortie de tuyaux d'échappement de soupapes. Tous les efforts, au contraire doivent tendre à maîtriser l'incendie autour du réservoir qui constitue la cause du fonctionnement de soupape de sûreté.

### **3-Système de détection de gaz :**

Ce système est composé de :

-Un panneau d'alarme de **GAZ (GAP)** : ce dernier est composé des appareils d'alarme d'asservissement et d'enregistrement :

-Un détecteur de gaz : situé en bas de la sphère pour contrôler l'atmosphère.

#### **4-Système de protection thermique :**

Afin de protéger la sphère contre les effets thermiques, ces dernières sont équipées :

-des couronnes de refroidissement de la sphère afin d'abaisser la température de ses parois en cas d'échauffement accidentel ou d'incendie, ce système est relié au réseau d'eau d'incendie ;

-l'enrobage par un matériau de texture minérale de la moitié inférieure de la sphère contre les échauffements accidentels dus à un incendie voisin.

#### **5-Evaluation des moyens mis en place par l'entreprise pour garantir la sécurité des installations :**

##### **5.1) Moyen de prévention :**

Le seul moyen pour éviter les explosions de se produire c'est la prévention parce qu'un excès d'explosion de **GPL**, il est très difficile d'intervenir pour parer au déclenchement d'un **UVCE** ou d'un **BLEVE** en particulier.

Pour cette raison et pour prévenir les explosions au niveau des sphères de GPL, l'entreprise a disposé de moyen de prévention développés ci-après:

##### **5.1.1) Barrière technique :**

##### **5.1.1.1) Système de détection de GAZ :**

Il est composé d'un panneau d'alarme de **GAZ (GAP)** et un détecteur de gaz situé en bas de la sphère.

Le détecteur de gaz est un appareil destiné à détecter une présence dégaza ou vapeur combustible dans l'air. Cet appareil permet de déterminer des taux de concentration de gaz et de déclencher par intermédiaire des dispositifs des alarmes préétablies dans notre cas c'est le **GAP**. Ce détecteur dont le principe est basé sur l'oxydation catalytique peut couvrir et donner le signal de présence de danger d'explosion pour une surface allant au de la de **140m<sup>2</sup>** et une hauteur allant jusqu'à **6m**.

### **5.1.2) Protection contre l'électricité statique :**

Pour éviter les risques d'incendies et d'explosions provoquées par l'électricité statique, il suffit d'éliminer la formation et l'accumulation des charges électriques pendant l'exploitation (remplissage et vidange) des sphères, pour cette raison l'entreprise **SH** a fait relier soigneusement à la terre tous les objets métalliques de sphères, dans le but de découpler les charges dès leur formation.

### **5.2) Entretien et inspection des équipements :**

L'inspection et l'entretien des équipements doivent être périodiques concernant notamment: --Les appareils à pression (ballon, colonnes, sphères,...etc.).

-Les organes de sûreté tels que : les soupapes d'exploitation et la sécurité incendie, les indicateurs de température, de pression, de niveau de débit (**TIC, PIC, LIC, FIC**) et les systèmes de détection, extinction automatiques doivent être en bon état de fonctionnement.

-Les réservoirs de stockage, les canalisations automatiques ou manuelles.

-Les matériels électriques, les circuits de terre et les systèmes de protection cathodique.

### **5.3) Entretien et inspection des équipements de sécurité incendie et de secours :**

Les moyens de sécurité incendie et de secours doivent être maintenus en bon état, et doivent être vérifiés périodiquement, notamment :

-Les moteurs diesels des groupes de pompes d'eau incendie doivent être essayés au moins une fois par quinzaine et les nourrices de combustible après toute utilisation ;

- Les pompes d'alimentation en eau anti-incendie ;

-Les extincteurs portatifs ou sur roues ;

-Les instruments de contrôle de l'atmosphère (les explosimètres, les oxymétries...etc.)

## 5.4) Moyens de protection :

La protection des réservoirs a pour but d'abaisser la fréquence du **BLEVE** par l'intermédiaire de soupape de sécurité et des dispositifs de protection thermiques du type passifs ou actifs tels que l'isolant, thermique par opposition d'un métal (système passif) et la pulvérisation d'eau (système actif).

## 5.5) Soupapes de sécurité :

De sécurité incendie. Au niveau du **MPP4**, il existe deux types de soupapes, d'exploitation et soupapes

### a) Soupape d'exploitation :

Ces soupapes doivent être capables de garantir la protection des réservoirs pour origine : Sur emplissage ;

- Utilisation d'un produit ayant une TVR supérieur a celle qui a été admise pour le calcul des réservoirs ;

Un excès de pression du à la présence d'air dans un réservoir incomplètement purgé au moment de remplissage initial ;

- Une défaillance de système de régulation de pression du réservoir.

1. La pression de tarage des soupapes d'exploitation doit être 100% PC.

Pression maximale de service ou de pression de calcul :  $P_t = 100\% PC$ .

2. nombre des soupapes : d'après la réglementation, il faut :

\*02 soupapes pour des réservoirs de capacité supérieure à 50 m<sup>3</sup>

\*01 soupapes pour des réservoirs de capacité au plus égale à 50m<sup>3</sup>

### b) Soupape de sécurité d'incendie :

Ces soupapes doivent être capables de garantir la protection des réservoirs contre les surpressions ayant pour origine une élévation de température en cas d'incendie.

#### 1. Pression de tarage :

La pression de tarage des soupapes de sécurité doit être **110%** de la pression maximale de service ou de pression de calcul ;

**P<sub>t</sub>=13 bar** c'est la pression de tarage des soupapes de sécurité situées en haut de la sphère.

## **2. Nombre de soupape de sécurité :** (d'après la réglementation)

**02** soupapes de sécurité au minimum pour le cas des sphères de **GPL**.

L'ouverture d'une soupape de sécurité à plusieurs conséquences :

- Une action de refroidissement quand la pression est relâchée car de l'expression adiabatique de **GAZ** induit l'évaporation d'une quantité de liquide chauffé pour rétablir l'équilibre thermodynamique à la nouvelle pression.

-Une action de prévention interdisant au liquide d'atteindre **TLS**.

-Une action permettant de limiter la pression interne du réservoir, donc de diminuer la contrainte appliquée au matériau en tout état. La pression de tarage doit être inférieure à la pression de vapeur saturante correspondante à la **TLS** à la pression atmosphérique.

### **5.6) Protection thermique :**

La protection thermique d'une sphère de **GPL** a pour objectif :

-D'empêcher une nucléation homogène ;

-D'éviter la perte de résistance mécanique du réservoir, donc une perte de confinement violent.

-De limiter le transfert thermique de l'extérieur vers la phase liquide et gazeuse afin d'éviter ou de retarder la montée en température du liquide.

-Cette protection est assurée par isolation thermique par une base tel que : les matériaux de textures (ciment vermiculite).

Cette protection est existante au niveau des sphères de **GPL (T002A/B)**

Et concerne l'hémisphère inférieure.

### **5.7) Pulvérisation d'eau :**

La protection incendie des sphères de **GPL** est assurée par des rampes de pulvérisation d'eau permettant le refroidissement des parois (en particulier de celle située au dessus du niveau des liquides).

Cette pulvérisation est plus efficace, car elle offre une surface d'échange plus importante aborde les radiations de chaleur entre les flammes et les parois de la sphère, et vient en suite former un film.

### **5.8) Cuvette de rétention :**

C'est un système de protection pour éviter la dispersion des fluides s'écoulant accidentellement de la sphère vers les autres zones.

La cuvette de rétention a une capacité destinée à recevoir les hydrocarbures s'écoulant accidentellement des réservoirs. Lorsqu'une cuvette contient un seul ou plusieurs réservoirs de capacité globale au plus égale à **10000** m<sup>3</sup>, sa capacité utile doit être au moins égale à la plus grande des deux valeurs ci-dessous :

**50%** de la capacité du plus grand réservoir.

**20%** de la capacité globale des réservoirs contenus.

## **Conclusion Général**

Notre stage de deux semaine à la Direction Technique de la Région Hassi R'mel, nous a permis d'enrichir nos connaissances théorique acquises durant notre formation universitaire.

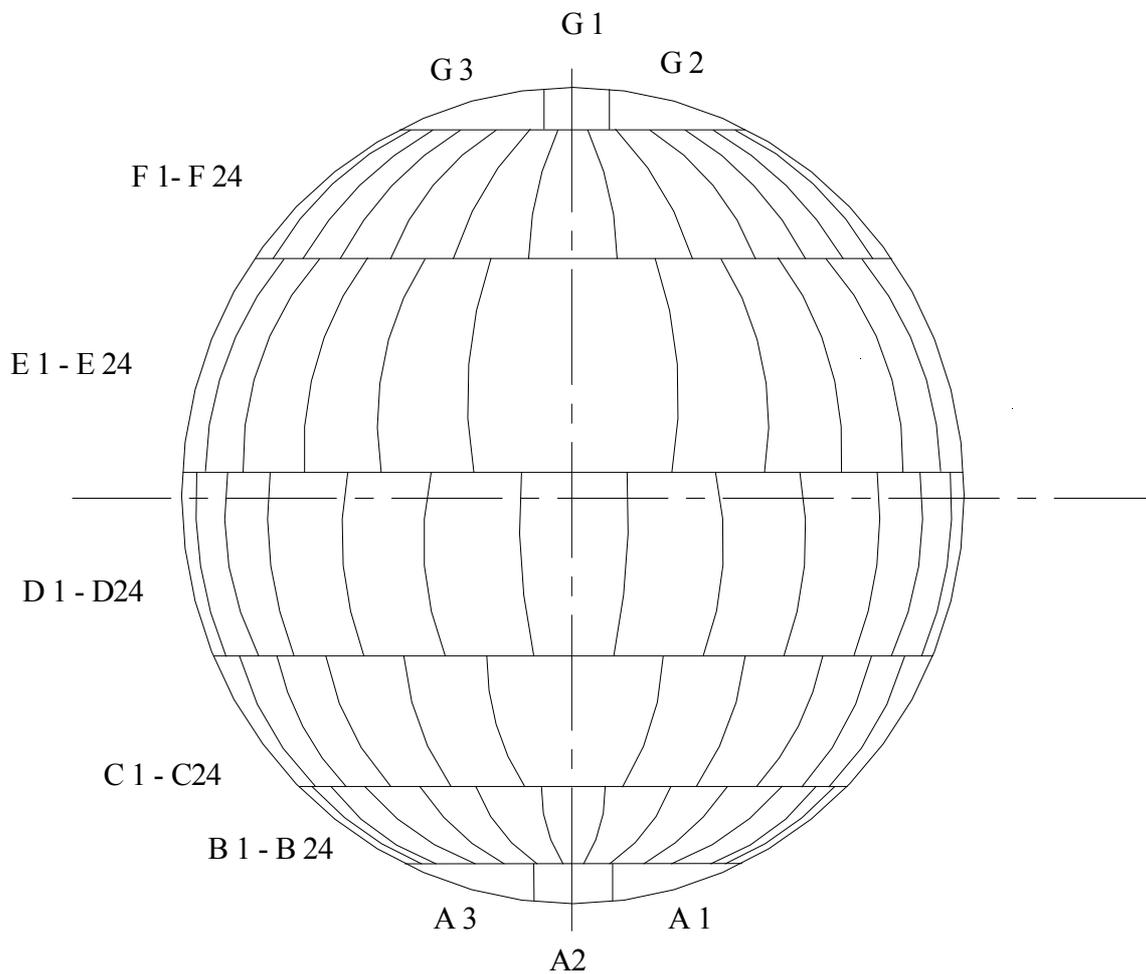
Notre passage au département inspection /corrosion, nous à donné une idée générale sur le rôle de ses services et la tâche du personnel affecte sur place.

Cela, nous a montré de près, les différents équipements constituant les méthodes d'inspection et les diverses technique employées pour identifier les anomalies dues à la corrosion.

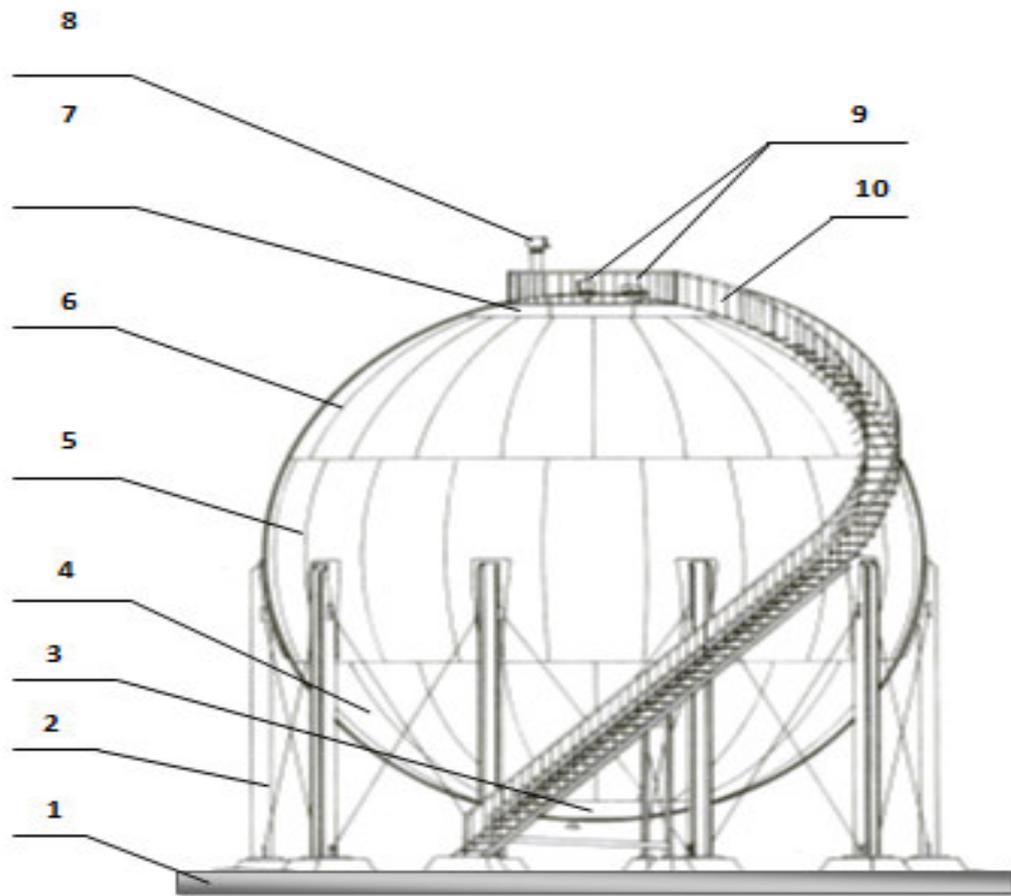
## **Bibliographie :**

- ❖ Mémoires de fin d'étude (DAMBO Hermrnegildo Domingos)
- ❖ Technologie professionnelle du travail des métaux en feuilles (G.COTANT).
- ❖ Constructeur : TOKYO-KANATSU JAPON
- ❖ Cours de Monsieur KHELIL (INH-UMBB).
- ❖ Direction technique de Hassi R'mel (sonatrach).
- ❖ Travaux de laboratoire /service inspection, section équipement statique.
- ❖ Travaux de laboratoire/service corrosion, section protection cathodique.
- ❖ Travaux de laboratoire métallographie, physico-chimie /service corrosion.
- ❖ Ultrasons techniques particulières de contrôle : Cahiers de formation CETIM [2em édition 1996].
- ❖ La norme API 1104. American petroleum institute (septembre 1999).
- ❖ Contrôle non destructif des assemblages soudés (normes) Diffusée par AFNOR 1997.A.
- ❖ jean pedijon : le contrôle non destructif par ultrason [Éditions hermès 1993].
- ❖ 2005 ENSPM Formation Industrie - IFP Training, C 7-2/A; brochure matériaux métallique- corrosion industrielle a : appareils a pression – corrosion des matériaux .

## Annexe :



SCHEMA GLOBAL DE LA SPHERE 50-T004



## Réservoir sphérique à gaz liquéfiés

1-Fondation

2-poteau

3-Fond inférieur

4-Pétale inférieur

5-Pétale équatoriale

6-Pétale supérieur

7-Fond supérieur

8-Indicateur de niveau

9- Soupapes de sécurité

10- L'escalier