

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Ahmed Draïa Adrar**



**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département d'Hydrocarbures et Energies Renouvelables**

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :**

**Filière : Génie des Procédés**

**Spécialité : Génie Chimique**

**Thème :**

---

**Le stockage des produits pétroliers à la RA1D**

---

**Préparé par :**

**Mlle. Benhamza Rihab**

**M. Harrouche Abdelhamid**

**Membres de jury d'évaluation :**

<b>Mr. Abd El Aziz Nabil</b>	<b>Président</b>	<b>Pr.</b>	<b>Univ. Adrar</b>
<b>Mr. Harrouz Abdelkader</b>	<b>Encadreur</b>	<b>MCA</b>	<b>Univ. Adrar</b>
<b>Mr. Debaghi Slimane</b>	<b>Examineur</b>	<b>MAA</b>	<b>Univ. Adrar</b>

Année Universitaire : 2021/2022



## شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): حروز عبد القادر  
المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ: «le stockage des produits  
pétroliers à la RAID»

من إنجاز الطالب(ة): حروش عبد الحميد

و الطالب(ة): بن حمزة رجايب

كلية: العلوم والتكنولوجيا

القسم: المحروقات والطاقات المتجددة

التخصص: هندسة كيمياوية

تاريخ تقييم / مناقشة: 2022 / 06 / 18

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين  
النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.  
ويمكنهم إيداع النسخ الورقية (02) والإلكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

ادرار في: 2022 / 06 / 26



مساعد رئيس القسم  
والخطاقتات المستجدة  
أ. حروز عبد القادر

# Remerciement

Nous tenons à remercier Harrouz Abd El Kader, directeur de mémoire, professeur à l'université Ahmed Draia d'Adrar, pour son soutien et son accompagnement tout le long de notre projet de fin d'étude.

Nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin au bon déroulement de notre stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce modeste travail.

Nous voulons aussi remercier les professionnels, les ingénieurs et les techniciens dans la raffinerie de SBAA à Adrar que nous avons interviewés et qui ont largement enrichi notre réflexion sur le sujet.

Et enfin, nous voudrions remercier le chef service de stockage et expédition monsieur BOUKALMOUN AHMED qui nous aider pendant nos recherche.

# Dédicace

Gloire soit rendu au Dieu tout puissant le très miséricordieux pour tous ses bienfaits dont il m'a comblé et de m'avoir donné le courage et la force pour réaliser ce modeste travail que je dédie à ma mère ABDELJEBAR DJAMILA pour la sollicitude qu'elle m'a toujours apportée et pour ses encouragements, son soutien et ses conseils ainsi que son amour.

À mon défunt père BENHAMZA ABDELMALEK ses précieux conseils, son immense amour, son affection intarissable et toute ces efforts qui a fait pour le bien de notre famille qui je lui souhaite une longue et joyeuse vie.

À mes grandes sœurs : Sanaa, Dalal, Imane et ma grand frère Tayeib et mon petit frère Moulay Souleymane

À ma cousine Moulay Lekbir Hafidha

À tous les membres de notre famille ou qu'il soit sur terre.

À mes amis Abibes Cherifa Hadil, Ataouat Zana, Ben Brahim Rokia, Mlouki Abdelwahab et Laroussi Nassira sans oublier mon binôme Harrouche Abd El Hamid et notre promo GC 2021/2022

À Dr. Dahou Med Lamine, Dr.Khelifi Omar, Dr.Ouazine El Ouanas , Dr.Sekmach Mounir , Mr. Abdelaziz Nabil , Mr. Ben Abdel Kabîr Abbas et Mr. Rahmouni Mostapha pour leurs énormes efforts pendant ces années de graduation et pour tous les professeurs qui m'ont étudié.

À mr.Snouci Hichem superviseur d'HSE et tous les ingénieurs : Bakki Abdelkader, Boukalmoun Ahmed et les techniciens : Hadj Mohammed, Khaled, Abdelwahab Boubaker, Omar Lamier à la zone de stockage et expédition dans la raffinerie SBAA.

*Benhamza Rihab*

# Dédicace

Gloire soit rendu au Dieu tout puissant le très miséricordieux pour tous ses bienfaits dont il m'a comblé et de m'avoir donné le courage et la force pour réaliser ce modeste travail que je dédie à mes parents ABDELKRIM HARROUCHE, ZAHRA LAKBIR pour la sollicitude qu'ils m'a toujours apportée et pour ses encouragements, leur soutien et ses conseils ainsi que leur amour.

À mes petites frères : Abdelkader, Mohamed, Hamza, et Fatima, Hind.

À ma chère grand-mère El hadja Elchanaa.

À mes chers oncles.

À tous les membres de notre famille ou qu'il soit sur terre.

À mon cher ami Slimane, et chers amis Zino, Omar, Mehdi, Sihamo, Reggani, Wald Cheikh, Himo, Moulay Zin, Hicham, Hadj Ba, Hassane et à tous ceux que j'aime sans exception, et sans oublier mon cher binôme Rihab Benhamza et notre promo GC

2021/2022.

À tous les professeurs qui m'ont étudié, pour leurs énormes efforts pendant ces années de graduation.

À mr.Snouci Hichem superviseur d'HSE et tous les ingénieurs : Bakki Abdelkader, Boukalmoun Ahmed et les techniciens : Djalil Allati, Hadj Mohammed, Khaled, Abdelwahab Boubaker, Omar lamier, Nassira Laroussi à la zone de stockage et expédition dans la raffinerie SBAA.

*Abdelhamid Harrouche*

## Table des matières

Remerciement	I
Dedicace	II
Dedicace	III
Table des matieres	IV
Liste des figures	IX
Liste des tableaux	XIII
Abreviations	XII
Resume	XVII
Introduction général	1

### **CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA RAFFINERIE D'ADRAR**

I.1. Introduction	5
I.2. Presentation de la raffinerie d'adarr	5
I.3. Situation geographique de la raffinerie d'adarr (RA1D)	5
I.4. Description de la societe sonatrach	5
I.5. Identification de la raffinerie sbaa	6
I.6. Identification des installations de la raffinerie sbaa-adarr	6
I.7. Les unites de production	8
I.7.1. Les utilites sont composees des unites suivantes	8
I.7.2. Unite de traitement des eaux	8
I.7.3. Unite de production de vapeur (chaudieres)	9
I.7.4. Distribution d'energie electrique	10
I.7.5. Unite de production d'air comprime	11
I.7.6. Unite d'exploitation d'eau de refroidissement	12
I.7.7. Eaux usees	12
I.7.8. Unite de distillation atmospherique (topping)	13
I.7.9. Unite de craquage catalytique	13

I.7.10. Unite reforming catalytique (reforming) 14

I.7.11. Stockage et expedition 15

Conclusion 19

## CHAPITRE II : STOCKAGE ET EXPEDITION A LA RAFFINERIE D'ADRAR

### Partie 01 : Généralité sur les réservoirs de stockage

II.1.1. Introduction 19

II.1.2. L'objectif : 19

II.1.3. Types de réservoirs (bacs) de stockage 20

II.1.3.1. Les bacs de stockage à terre 20

II.1.3.1.1 les bacs à toit fixe 20

II.1.3.1.2. Les bacs a toit flottant : 23

II.1.3.1.3 les bacs a toit fixe et ecran flottant 25

II.1.3.1.4. Equipements et accessoires des bacs de stockage : 26

II.1.3.2. Les reservoirs sous pression 31

II.1.3.2.1. Cylindrique horizontaux 31

II.1.3.2.2. Reservoirs atmospheriques : 32

II.1.3.2.3. Les spheres : 32

II.1.3.3. Stockages cryogeniques 33

II.1.3.3.1. Les reservoirs aeriens a pression atmospherique : 33

1.reservoirs a simple integrite ou a confinement simple : 34

2.reservoir aerien a double integrite ou confinement double : 35

3.reservoir aerien a integrite totale : 35

II.1.3.4. Reservoirs aeriens dits a "membrane" 37

II.1.3.5. Reservoirs enterres et semi-enterres: 37

II.1.3.6. Les citernes : 39

II.1.3.6.1. Les cargos et bateaux 39

1.l'affectation des citernes : 40

2. La structure des citernes 40

II.1.3.6.2. Les camions citernes 41

## **Partie 02 : présentation de zone de stockage à la RA1D**

II.2.1. Introduction 41

II.2.2. Generalite sur stockage dans la raffinerie d'adrar 41

II.2.3. Introduction sur l'unité de stockage et expedition 41

II.2.4. Organigramme d'unité de stockage et expedition 42

II.2.5. Classification de bac de stockage 43

II.2.6. Le stockage dans la raffinerie RA1D 44

1. Bacs de matiere premiere 45

1.1. Unite distillation atmospherique 45

1.2. Section gaz plant 45

1.2.1. Unite reforming catalytique : 45

1.2.2. Unite craquage catalytique 45

1.3. Produits non conformes 45

1.3.1. Naphta leger (light naphta) : 45

1.3.2. Naphta raffine : 46

1.4. Carburant non conforme : 46

II.2.7. Bacs de produits finis conformes : 47

II.2.8. Additive du carburant :48

II.2.9. Carburant sans plomb :48

II.2.10. Programme de control du reservoir de stockage : 49

II.2.10.1. Definition sur le system scada : 49

II.2.11. L'expedition des hydrocarbures (transport) a la raffinerie d'adrar 54

1. Par canalisation (pipelines) : 54

2. Par route : 55

2.1. Le chargement/dechargement en dome : 55



2.2. Le chargement/dechargement en source : 57

Conclusion 58

### **CHAPITRE III : PROBLEME DE GONFLEMENT AU NIVEAU DE RESERVOIRS DE STOCKAGE**

III.1 introduction 57

III.2. Etude de probleme 57

III.3. Les methodes pour resoudre ce probleme 58

III.4. Calcul de gonflement 58

III.5. Mesure et dimensionnement des reservoirs de stockage 60

1. Methode par ceinturage 60

2. Obligations tenant aux installations 61

2.1. Amenagement des installations de stockage 61

2.2. Jaugeage des reservoirs : 61

2.3. Description des reservoirs 62

2.3.1. Fond des recipients 62

2.3.2. Toit des recipients 62

2.3.3. Orifices de pige 62

2.3.3.1. La verticale de pige de reference 63

2.3.3.2. La verticale de pige centrale 63

3. Obligations tenant aux instruments de mesure 63

3.1. Compteurs et jaugeurs automatiques 63

3.2. Autres instruments de mesure 63

4. Methode de mesurage 64

4.1. Releve de la hauteur de produit 64

4.1.1. Methodes 65

4.1.1.1. Mesure du niveau 65

4.1.1.2. Mesure du produit par le creux 65

4.1.1.3. Mesure du produit par le plein 66

4.1.1.4. Presence d'eau au fond des bacs	67
4.1.2. Releve de la temperature	67
4.1.2.1. Materiels	67
4.1.2.2. Methodes	67
4.1.3. Releve de la masse volumique a temperature	68
4.1.3.1. Materiels	68
4.1.3.2. Methodes	69
5. Calcul du volume de produit à 15°C	69
5.1. Conversion de la masse volumique à 15° C	70
5.2. Application d'un facteur de correction	70
5.3. Determination du volume de produit a temperature	70
5.3.1. Lecture de la table des volumes	70
5.3.2. Correction eventuelle du toit flottant	71
5.4. Determination du volume à 15°C	71
6. Determination de la masse commerciale	71
7. Calcul du volume à 15 °C à partir d'une pesee	72
Conclusion	72
Conclusion général:	73
Annexe 75	
Les references	93

## Liste des figures

### CHAPITRE I :

Figure I.1: Les différentes canalisations et stations de sonatrach en Algérie.....	5
Figure I.2 : plan de masse de raffinerie d'ADRAR .....	6
Figure I.3 :Image par google earth de la Raffinerie .....	6
Figure I.4 :Plan de la raffinerie SBAA ADRAR "RA1D" .....	6
Figure I.5 : Sources pétrolières de la Raffinerie.....	8
Figure I.6 : bac d'alimentation d'eau.....	7
Figure I.7: Filtration par osmose inverse .....	9
Figure I.8 : Economiseur .....	8
Figure I.9: chaudière .....	10
Figure I.10: Générateur turbo diesel .....	10
Figure I.11: Turbo générateur .....	11
Figure I.12: Unité d'air comprimé .....	12
Figure I.13: Tour de refroidissement d'eau .....	12
Figure I.14: Bassin de traitementdes eaux usées.....	12
Figure I.15: Vue de l'unité de distillation atmosphérique .....	13
Figure I.16: Unité craquage cataliytique .....	14
Figure I.17: Unité reforming catalitique.....	15
Figure I.18 : Sphères de stockage gaz .....	14
Figure I.19 : bac de stockagepour produit pétrolié.....	17
Figure I.20: Schéma de production de la raffinerie.....	18

## CHAPITRE II :

Figure II.2 : Robe d'un bac .....	21
Figure II.3: Bacs à toit fixe.....	22
Figure II.4 : Bac à toit flottant.....	23
Figure II.5 : simple ponton .....	24
Figure II.6 :double ponton.....	24
Figure II.7: Exemple de bac à toit flottant, type ponton annulaire.....	25
Figure II.8: BAC à toit fixe et écran flottant .....	26
Figure II.9: Accessoires d'accès des bacs .....	27
Figure II.10: :Accessoires de contrôle des bacs. ....	28
Figure II.11: :Accessoires de sécurité de lutte contre l'incendie. ....	30
Figure II. 12 : la protection des bacs contre la corrosion .....	30
Figure II. 13 : Bacs de stockage cylindriques horizontaux. ....	32
Figure II.14 : Réservoir atmosphérique.....	32
Figure II. 15 : Bacs de stockage sphériques ou sphères .....	33
Figure II.16 : Vue extérieure des réservoirs sous pression.....	33
Figure II.17 : Les réservoirs à simple intégrité .....	34
FigureII.18 :Les réservoirs à intégrité totale .....	37
Figure II.19 : Réservoir à membrane – Pyeong Taek en Corée .....	37
Figure II.20 : Réservoir semi-enterré .....	36
Figure II.21: Réservoir enterré .....	38
Figure II.22 : Schéma du réservoir enterré.....	39
Figure II.23 : Citerne d'un FPSO.....	40
Figure II.24 : structure d'un camion citerne.....	42

Figure II.25 : Vue générale de parc de stockage .....	41
Figure II.26 : Sphère sur poteaux .....	45
Figure 47 : Photo de control toutes les paramètres des réservoirs .....	49
Figure II.28 : La zone d'expédition à RA1D .....	54
Figure II.29 : Transport des hydrocarbures par pipelines (canalisation).....	55
Figure II.30 : Camion-citerne (tank trailer).....	55
Figure II.31 : Ski de chargement / déchargement en dôme.....	57
Figure II.32 : Bras de chargement.....	57

## Liste des Tableaux

### CHAPITRE I :

tableau i.1: principales specifications du brut traite ..... 13

tableau i.2:production final de la raffinerie ..... 18

### CHAPITRE II :

Tableau II.1: les zones d'unité de stockage et expédition ..... 42

Tableau II.2 : Tableau de clarification du bac de stockage selon la tension de vapeur des produits ..... 44

Tableau II.3 : les BACS de stockage dans la raffinerie d'Adrar ..... 53

Tableau II 4: les sphères de stockage des gaz dans la raffinerie d'Adrar ..... 54

### CHAPITRE III:

Tableau III.1 : Barème de jaugeage par zone ..... 59

Tableau III.2:Tableau de barème de 1 mètre ..... 60

Tableau III 3: Calcule de gonflement pour chaque virole ..... 60

## ABREVIATIONS

**RA1D** : raffinerie d'Adrar

**CDU** : unité de distillation atmosphérique (topping)

**CRU** : Unité reforming catalytique (reforming)

**RFCC** : Résiduel Fluide Catalytique Cracking

**FCC** : Craquage catalytique de fluide

**BAC** : réservoir de stockage des hydrocarbures

**FPSO** : Unité de Production et de Stockage Flottante

**ADR** : Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route

**BAU** : Boutons d'Arrêt d'Urgence

**API** : American Petroleum Institute

**COV** : Composés Organiques Volatils

**URV** : Unité de Récupération de Vapeurs

**GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié

**ISO** : International Standardisation Organisation

**SCADA**: Supervisory Control and Data Acquisition

**TSh** : Tank Shell (la robe d'un réservoir)

**L'ONML** : Office National De Métrologie Légale

**ASTM**: American Society for Testing and Materials

**TRC**: Transport Par Canalization

Symbole	Définition	Unités
t	Température du produit mesuré	(°C)
Vt	Volume à température t	Litres
V15	Volume à 15°C	Litres
Dt	Masse volumique à température t	Kg/m <sup>3</sup>
D15	Masse volumique à 15°C	Kg/m <sup>3</sup>
VCF	Facteur de correction à 15°C des volumes et des masses volumiques (Volume Correction Factor).	

Sont utilisées pour le calcul des volumes à 15°C ou de la masse commerciale

**ISO 7507-1** : méthode par ceinturage

**ISO 4268** : Méthodes manuelles (mesure de température)

**Jaugeage** : c'est une technique de détermination de la hauteur du produit dans un réservoir (il peut-être manuel ou automatique). Le jaugeage donne lieu à l'établissement du certificat et du barème de jaugeage

**Récipient-mesure** : c'est un bac doté d'un barème de jaugeage

**Mesurage statique** : détermination de volume par compteur (volumétrique, à turbine ...etc.)

**Table ASTM** : table de conversion des volumes et des masses volumiques des hydrocarbures Pour les produits raffinés les tables utilisées sont à 53B (conversion 15°C de la masse volumique) et la 54B (facteur de correction à 15°C des volumes). (Voir l'annexe)

**Jaugeage du fond** : procédé permettant de déterminer la quantité de liquide contenue dans un réservoir sous le point de référence inférieur

**Capacité** : volume total d'un réservoir

**Barème de jaugeage** : table indiquant la capacité d'un réservoir et les volumes qu'il contient à divers niveaux de liquide repérés à partir d'un point de référence stable

**Virole** : anneau de tôles sur la circonférence d'un réservoir

**Point de repère** : point utilisé comme repère dans l'élaboration d'un barème de jaugeage

**Corps intérieurs et extérieurs** : tout accessoire qui influe sur la capacité d'un réservoir

**Hauteur de plein** : hauteur de liquide dans un réservoir au-dessus du point de référence inférieur

**Orifice de pige** orifice de repérage des niveaux ouverture pratiquée à la partie supérieure d'un réservoir par laquelle s'effectuent les opérations de repérage des niveaux et d'échantillonnage



**Point de référence inférieur :** point placé sur la plaque de touche qu'atteint le lest gradué au cours d'un repérage de niveau et à partir duquel sont effectués les mesurages des hauteurs de plein de produit et d'eau

**Plaque de touche :** plaque d'arrêt placée à la verticale de l'orifice de pige

**Ruban de pige :** ruban en acier gradué utilisé pour le mesurage de la hauteur d'hydrocarbures ou d'eau contenue dans un réservoir, ce mesurage pouvant être effectué soit directement par la hauteur de plein, soit indirectement par la hauteur de creux

**Lest :** lest fixé au ruban de pige en acier, d'une masse suffisante pour que le ruban soit bien tendu et d'une forme telle qu'il puisse traverser facilement des boues éventuelles au niveau du point de référence inférieur ou de la plaque de touche

**Écran flottant :** écran léger en métal ou en plastique conçu pour flotter à la surface d'un liquide contenu dans un réservoir.

**Réservoir à toit flottant :** réservoir dont le toit flotte librement sur la surface du liquide, sauf lorsque le niveau est bas, la masse du toit étant alors supportée par le fond du réservoir par l'intermédiaire de supports

**Fonction :** lorsque deux quantités variables sont en relation mutuelle, une quantité est dite fonction de l'autre

**Interpolation :** processus permettant d'obtenir la valeur d'une fonction correspondant à une valeur de l'argument intermédiaire entre les valeurs données

**Étau Littleton :** Étau à desserrage rapide pouvant être fixé sur un ruban de ceinturage en tout point voulu de sa longueur

**Capacité brute :** Capacité d'un réservoir, ou d'une partie d'un réservoir, calculée avant de tenir compte des corps intérieurs et extérieurs

**Hauteur totale témoin :** Distance verticale entre le point de référence inférieur et le point de référence supérieur

**Hauteur totale :** hauteur de robe

Hauteur extérieure totale mesurée de la base du réservoir (tôle du fond) au sommet de la robe

**Méthode d'arbitrage :** Application de la méthode par ceinturage pour le jaugeage d'un réservoir à des fins de transaction commerciale ou afin de servir de base pour apprécier l'exactitude d'autres méthodes de jaugeage de réservoirs

**Méthode de référence :** Application de la méthode de jaugeage des réservoirs par ceinturage au mesurage d'une circonférence de référence qui sera utilisée dans d'autres méthodes de jaugeage de réservoirs

**Point de référence :** Point auquel se rapportent tous les mesurages de jaugeage et de repérage de niveau d'un réservoir

**Cadre pour mesurage des recouvrements :** Dispositif utilisé dans le ceinturage pour mesurer la distance séparant, sur un arc, deux points de la robe du réservoir entre lesquels il n'est pas possible d'utiliser un ruban de ceinturage en raison d'un obstacle, par exemple un accessoire saillant

**Constante de recouvrement :** Distance comprise entre les pointes d'un cadre pour mesurage des recouvrements, mesurée le long de l'arc d'une virole donnée du réservoir concerné

**Correction de recouvrement :** Différence entre la distance apparente entre deux points sur la robe d'un réservoir, mesurée à l'aide d'un ruban de ceinturage passant au-dessus d'un obstacle et la longueur réelle de l'arc mesurée avec un cadre pour mesure des recouvrements, c'est-à-dire la constante de recouvrement

**Ruban de ceinturage :** Ruban de mesure en acier spécialement conçu et étalonné, gradué en unités de longueur et utilisé pour effectuer des mesurages de circonférence lors d'un jaugeage de réservoir

**Méthode de jaugeage par ceinturage :** Méthode de jaugeage de réservoirs dans laquelle on calcule les capacités à partir de mesurages de circonférences extérieures, en tenant compte de l'épaisseur de la robe du réservoir

**Positionneur de ruban :** Guide coulissant librement sur le ruban de ceinturage, utilisé pour tirer le ruban et le maintenir dans la position convenable pour les mesurages

**Poignées de serrage :** Poignées fixées au ruban de ceinturage, utilisées pour le tendre en position correcte et pour appliquer une tension

**Creux d'un réservoir :** Volume d'un réservoir non occupé par le liquide

**Point de référence supérieure :** Point clairement défini sur l'orifice de pige, situé directement au-dessus et à la verticale du point de référence inférieur, pour indiquer l'emplacement auquel doit être pratiqué le mesurage par le creux ou par le plein

**Méthode de travail :** Application de la méthode de jaugeage de réservoirs par ceinturage selon un procédé simplifié qui peut entraîner une certaine perte d'exactitude et ne convient donc pas pour évaluer d'autres méthodes

## RESUME

Ce mémoire très intéressant présente une étude sur les réservoirs et les problèmes qui les affectent, comme le gonflement de la robe des réservoirs de stockage. Ce sujet a une relation directe avec l'industrie locale et traite du problème actuel des réservoirs de stockage de pétrole et de gaz. Dans ce mémoire on présente en début le stockage dans la raffinerie de Sebaa RA1D, où nous avons étudié cette dernière (la zone de stockage) et découvert que les enveloppes (la robe) des réservoirs sont exposées au risque de gonflement (dilatation). Nous avons également divisé en 3 parties, chaque partie à un titre particulier. Enfin, nous terminons ce travail par une conclusion générale qui traduit tout ce que nous avons abordé.

Mots clés : raffinerie, dilatation, gonflement, stockage, réservoirs, la robe

## SUMMARY

This very interesting work presents a study on tanks and the problems that affect them, such as the swelling of the jacket of storage tanks. This subject has a direct relationship with local industry and deals with the current problem of oil and gas storage tanks. In this thesis we present at the beginning the storage in the Sebaa RA1D refinery, where we studied the latter (the storage area) and discovered that the envelopes (the dress) of the tanks are exposed to the risk of swelling (dilation). We have also divided into 3 parts, each part has a particular title. Finally, we end this work with a general conclusion that reflects everything we have discussed.

**Keywords:** refinery, dilation, swelling, storage, reservoirs, dress

## ملخص

يقدم هذا العمل المثير للاهتمام دراسة عن الخزانات والمشكلات التي تؤثر عليها ، مثل انتفاخ غلاف صهاريج التخزين. هذا الموضوع له علاقة مباشرة بالصناعة المحلية ويتعامل مع المشكلة الحالية لخزانات النفط والغاز. في هذه الأطروحة نقدم في البداية التخزين في مصفاة السبع RA1D ، حيث درسنا الأخير (منطقة التخزين) واكتشفنا أن الأطراف (الفيستان) للخزانات معرضة لخطر الانتفاخ (التمدد). لقد قسمنا أيضًا إلى 3 أجزاء ، كل جزء له عنوان خاص. أخيرًا ، نتهي هذا العمل باستنتاج عام يعكس كل ما ناقشناه.

الكلمات المفتاحية: مصفاة ، تمدد ، انتفاخ ، تخزين ، خزانات ، ثياب

## INTRODUCTION GENERAL

---

Le pétrole brut a une place considérable dans le monde et représente une source énergétique indispensable dans l'économie nationale. son rôle important est déterminé par sa composition en différents hydrocarbure qui permettent l'obtention des produits énergétique utilisés comme combustible dans l'industrie, et représentant la base pour le développement de la pétrochimie conduisant a les fabrication des matières plastique, produit agricoles, produit pharmaceutiques et des milliers d'autres produits.

L'industrie de raffinage met en œuvre des techniques de séparation et de transformation permettant de produire à partir du pétrole brut des produits commerciaux (gaz, essence kérosène, gasoil, etc.....).

En 2019, l'Algérie a produit 64,3 Mt (millions de tonnes) de pétrole, soit 1,49 Mb/j (millions de barils par jour), en baisse de 1,6 % en 2019 et de 17 % depuis 2009. Elle se classe au 16<sup>ème</sup> rang mondial avec 1,4 % de la production mondiale et au 3<sup>ème</sup> rang en Afrique derrière le Nigeria (2,3 %) et l'Angola (1,5 %). Pour la première fois depuis 2014 les indicateurs préliminaires de production pour 2021 indiquent une augmentation d'environ 5% de la production d'hydrocarbures, qui est passée de 175,9 millions de tonnes équivalent pétrole en 2020 à 185,2 millions de tonnes équivalent pétrole en 2021, a annoncé ce lundi 31 janvier 2022 Sonatrach dans un communiqué publié sur sa page Facebook.

Ainsi que la raffinerie d'Adrar est opérationnelle depuis le mois de mai 2007 et dispose d'une capacité de production de 600 000 tonnes par an.

L'objectif de notre travail est Comment savoir si un gonflement ou bien une dilatation se produit au niveau des réservoirs de stockage à la raffinerie d'Adrar

Ce travail comprend principalement trois chapitres, commence avec une introduction générale.

Dans le premier chapitre, en utilisant des informations sur la zone industrielle de SBAA

Le deuxième chapitre est divisé en deux parties :

1. 1<sup>er</sup> partie : parle sur les types des réservoirs de stockage en générale avec leur accessoires et capacité
2. 2<sup>ème</sup> partie : présente la zone de stockage et expédition dans la raffinerie d'Adrar

Le troisième chapitre, nous avons un problème qui se produit à la robe des réservoirs, nous avons donc faire une étude sur la méthode qui nous l'aider pour connaître comment calculer les gonflements des réservoirs de stockage (toit flottant et toit fixe) et cette méthode et la méthode de ceinturage.

A la fin de ce travail il y a une conclusion générale qui faire un résumé totale des chapitres précédents et contient nos idées sur le problème étudié et le résultat final.

# PARTIE THEORIQUE

THEORIE THEORIQUE

# **CHAPITRE I :**

## **Présentation de la raffinerie d'Adrar**



## I.1. INTRODUCTION

L'activité pétrolière est principalement composée d'opérations de raffinage, qui désignent l'ensemble du traitement et de la transformation visant à extraire autant de produits de grande valeur que possible du pétrole, en fonction de l'objectif. Ces étapes sont généralement combinées dans une raffinerie, où le pétrole est traité pour obtenir les composants commercialisables. La raffinerie de SBAA est décrite dans ce chapitre.

## I.2. PRESENTATION DE LA RAFFINERIE D'ADRAR

Une raffinerie doit être en mesure de traiter une variété de bruts. Cela peut être simple ou compliqué, avec quelques ou plusieurs unités de traitement.

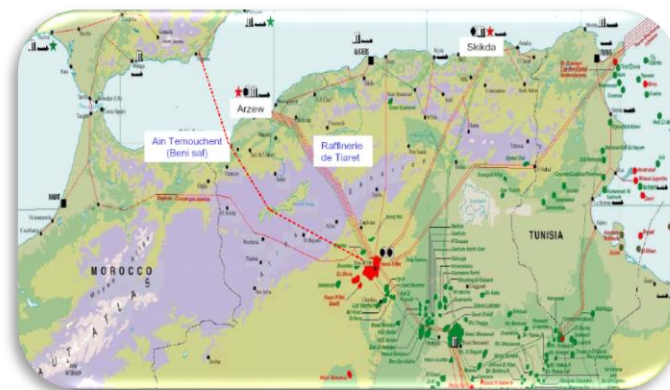
L'Algérie est l'un des pays qui produisent du pétrole. Elle est membre de l'OPEP.

L'Algérie dispose de plusieurs raffineries : La Raffinerie d'Alger, La Raffinerie de HASSI MESSOUD, La Raffinerie d'Arzew, La Raffinerie de SKIKDA et enfin la Raffinerie d'Adrar (RA1D). Elles sont gérées par SONATRACH activité aval-Division Raffinage. [1]

## I.3. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA RAFFINERIE D'ADRAR (RA1D)

La raffinerie d'Adrar (RA1D) occupe une superficie de 75 hectares et est construite sur un site situé à 02 km à l'est de la ville de SBAA et à 44 km au nord d'Adrar à proximité de l'unité de décarbonations du gaz. [2]

## I.4. DESCRIPTION DE LA SOCIETE SONATRACH



**Figure I.1: Les différentes canalisations et stations de Sonatrach en Algérie**

SONATRACH est une entreprise spécialisée dans l'exploration, le transport, le traitement et la commercialisation de produits pétroliers liquides et gazeux. Il a été créé en 1963. [3]

SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12<sup>ème</sup> parmi les compagnies pétrolières mondiales. Sa production globale (tous produits confondus) est

d'environ 160 millions de Tonne (tonnes équivalent pétrole) en 2015. Ses activités constituent environ 52% du PNB de l'Algérie. Elle emploie 122 580 personnes dans l'ensemble du groupe.

La société SONATRACH cumule une longue expérience dans le raffinage du pétrole depuis plus de 50 ans. Pour la maîtrise de ses installations, la SONATRACH bénéficie de retour d'expérience de ses 50 ans d'exploitation et de maintenance d'installations d'hydrocarbures, ainsi que de l'expérience acquise sur les sites de raffinage de pétrole et de compétences de ses équipes techniques, qu'elle peut diligenter à tout moment en cas de nécessité. [4] [5]

### I.5. IDENTIFICATION DE LA RAFFINERIE SBAA

La raffinerie d'Adrar est située sur le territoire de la commune de SBAA à 30 km au nord de la wilaya d'Adrar [6]

Elle est limitée :

1. Au nord, par la daïra de Tsabit
2. Au sud, par la commune d'Adrar
3. A l'ouest par la commune de SBAA
4. A l'est par un terrain non urbanisé

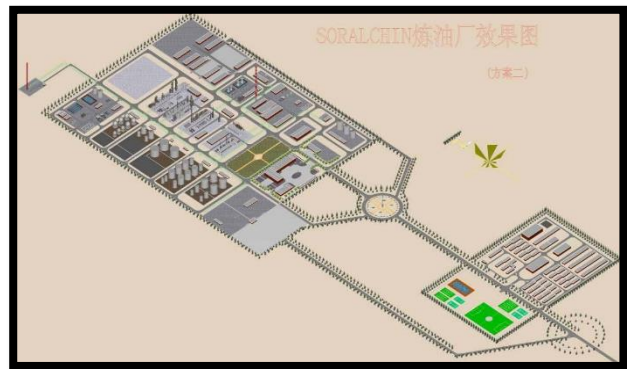


Figure I.2 : plan de masse de raffinerie d'ADRAR

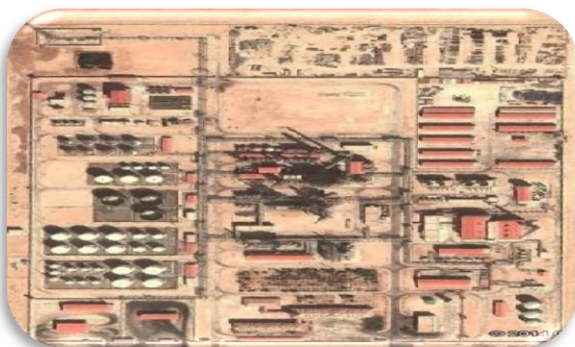


Figure I.3 : Image par Google earth de la Raffinerie



Figure I.4 : Plan de la raffinerie SBAA ADRAR "RA1D"

### I.6. IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS DE LA RAFFINERIE SBAA-ADRAR

Le site de raffinerie SBAA d'Adrar, construit en 2006, se divise en 6 aires spécialisées comportant les installations suivantes [7] :

1. Unité des utilités et auxiliaires

2. Unité de production
3. Parc de stockage des produits finis
4. Rampe de chargement des camions
5. Laboratoire
6. Caserne et sécurité
7. Routes intérieures
8. Administration
9. Base de vie.

Des bâtiments constitués de

1. Un bâtiment technique et laboratoire
1. Une station électrique principale
2. Des soustractions électriques
3. Un atelier de maintenance
4. Huit blocks d'approvisionnements
5. Un bâtiment administratif
6. Station de brigade anti-incendie
7. Rampes de chargement

La capacité nominale de traitement est : **(600 000) T/an**, soit : **12500b/h** ou bien

**1800T/j** environ de pétrole brut provenant des gisements situés dans la cuvette de SBAA, Hassi Lato, Déchira, OTRA. Cette raffinerie est située à SBAA dans la wilaya d'Adrar. La superficie de la raffinerie est de 37 hectares (soit un rectangle d'une longueur de 740m et une largeur de 500m). [8]

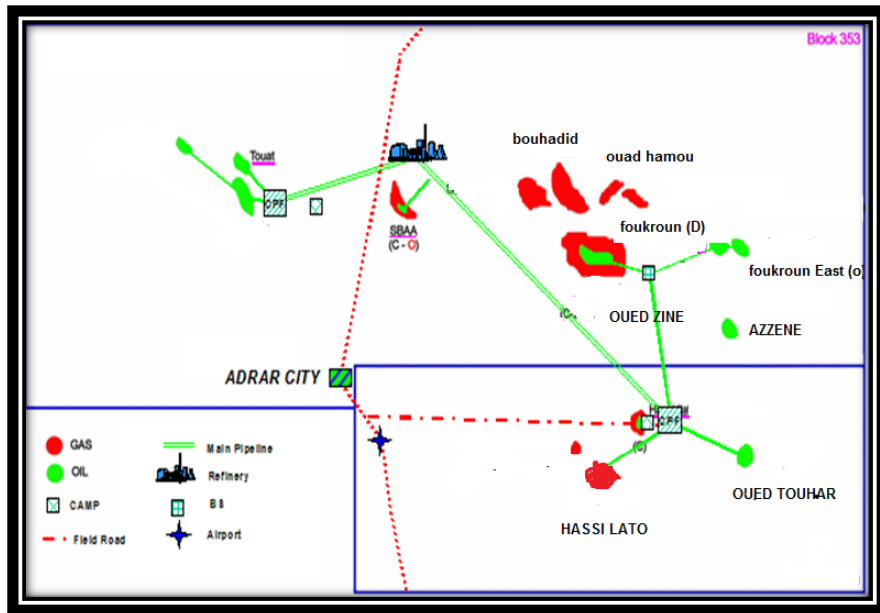


Figure I.5 : Sources pétrolières de la Raffinerie

## I.7. LES UNITES DE PRODUCTION

Ces unités sont réparties comme suit [9]:

1. Unités des utilités avec ses auxiliaires
2. Une unité de distillation atmosphérique de brute CDU201
3. Une unité de reformage catalytique de naphta CRU202
4. Une unité de craquage catalytique de résidu atmosphérique (RFCC203)
5. Des bacs de stockage de produit pétroliersU300

### I.7.1. Les utilités sont composées des unités suivantes

- Unité de traitement des eaux
- Unité de production de vapeur
- Unité de production d'énergie électrique
- Unité de distribution d'énergie électrique
- Unité de production d'air comprimé
- Unité d'exploitation d'eau de refroidissement et eau usée.

### I.7.2. Unité de traitement des eaux

L'eau brute venant des trois puits situés à l'extérieur de la raffinerie alimente trois bacs de stockage. Deux bacs avec une capacité de 3000 m<sup>3</sup> chacun sont réservés pour le réseau incendie et un bac d'une capacité de 2000 m<sup>3</sup> destiné vers les unités de procès, la base de vie et l'alimentation de la chaudière. [8]



Figure I.6 : BAC d'alimentation d'eau



Figure I.7: Filtration par osmose inverse

### I.7.3. Unité de production de vapeur (chaudières)

#### **1. Principe de fonctionnement de la chaudière :**

##### **1. Combustible :**

La chaudière à un seul brûleur mixte a un haut niveau de sécurité d'exploitation

(BMS : Burner management system), ce brûleur peut fonctionner avec trois combustibles

##### **2. Gaz naturel :**

Provenant de gisement de SONATRACH à SBAA (60bars /25bars/5bars) utilisation pour le démarrage.

##### **3. Fuel oil :**

Le résidu de l'unité RFCC plus un appoint de l'unité de distillation avec de la vapeur pulvérisée.

##### **4. Fuel gaz :**

Produit par les unités de production.

Pour la production de la vapeur, la raffinerie de SBAA est dotée de trois chaudières de

35T/h /35bars/ 440°C pour chacune, et un générateur de vapeur 20- 26T/h 35bars/ 440°C au niveau de l'unité RFCC.

En marche normal deux de ces trois chaudières doivent être en service et la troisième en stand-by. [9]

Cette vapeur dite vapeur moyenne pression (35bars/440°C) produite par la chaudière et le générateur de vapeur de l'unité RFCC est utilisée pour :

1. Alimentation des trois turbogénérateur
2. Alimentation des deux turbo ventilateurs de l'unité RFCC
3. Alimentation de désurchauffeur de chaudière (afin de diminuer la température et la pression de vapeur). Un autre réseau appelé réseau de vapeur basse pression (10bars/260°C), c'est le produit de soutirage des deux turboventilateurs plus le désurchauffeur. [10]



**Figure I.8 : Economiseur**



**Figure I.9: chaudière**

#### **I.7.4. Distribution d'énergie électrique**

Selon la conception, la consommation totale d'énergie électrique est de 6800kwh et trois turbogénérateurs d'une puissance combinée de 6000kw/6.3KV sont installés, deux en service et un en veille. En cas d'interruption accidentelle de l'alimentation électrique, deux

générateurs turbo diesel d'une capacité de 1100 kW chacun sont utilisés comme source de secours.

Une ligne de **SONELGAZ** d'une puissance de 16MVA /37KV/6.3KV est en réserve pour les cas d'urgence.

En marche normal ; deux générateur en service alimentent la sous-station principale de distribution d'énergie électrique.

La station principale de distribution d'énergie électrique (6.3KV) alimente (12) sous station électrique 6.3kv/0.4kv et 15 départs 6.3kv vers des moteurs. [10]



Figure I.10: Générateur turbo diesel



Figure I.11: Turbo générateur

### **I.7.5. Unité de production d'air comprimé**

Les trois compresseurs aspirent l'air de l'atmosphère à une température ambiante avec un Débit de 200 Nm<sup>3</sup>/min. L'air comprimé par ces compresseurs, va se diviser en trois lignes:

1. Production d'azote (pour l'énergie des ballons)
2. L'air instrument (pour l'électrovanne et la matérielle instrumentation)
3. L'air service. (Le nettoyage) [11]



**Figure I.12: Unité d'air comprimé**

### **I.7.6. Unité d'exploitation d'eau de refroidissement**

Un appoint en eau traitée de traitement des eaux (osmose inverse) vers les bassins et deux tours d'aéro-réfrigérant: un pour la centrale ; avec un débit de 4000m<sup>3</sup>/h et le deuxième pour les unités. Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintien de son pH dans les limites de 8.5et 9.5 par l'acide chlorhydrique, et l'élimination des algues par le chlore et d'autres biocides. [12]



**Figure I.13: Tour de refroidissement d'eau**

### **I.7.7. Eaux usées**

La capacité de traitement des eaux usées est de 100 m<sup>3</sup>/h avec deux systèmes en service (traitement physique et traitement chimique). [8]



**Figure I.14: Bassin de traitement des eaux usées**



### **I.7.8. Unité de distillation atmosphérique (topping)**

Cette unité est la première étape du raffinage du pétrole, et les toutes premières raffineries de pétrole se résument à peu près à une colonne de distillation. [13]

La CDU distille le pétrole brut entrant en diverses fractions de différentes plages d'ébullition, dont chacune est ensuite traitée dans les autres unités de traitement de la raffinerie. La CDU est souvent appelée unité de distillation atmosphérique car elle fonctionne légèrement au-dessus de la pression atmosphérique. Les produits de la CDU comprennent l'essence, le kérosène, l'huile diesel légère, l'huile lourde diesel, l'huile lourde ... etc. [14]

Elle traite 600 000 tonnes /an de brut par la distillation atmosphérique ou les produits lourds extraits du fond de la colonne (sa capacité limite est de 700 000 tonnes / an tandis que sa capacité minimale est de 420 000 tonnes/an)

densité	0.834 g/l
Teneur en Na Cl	<b>8 mg/l</b>
Teneur en soufre	<b>0.14 %</b>
acidité	<b>0.04 mg KOH/g</b>

**Tableau I.1: Principales spécifications du brut traité**

Vu ces spécifications, le brut traité est classé comme étant un brut aromatique à faible teneur

en  
souf  
re.



**Figure I.15: Vue de l'unité de distillation atmosphérique**

### **I.7.9. Unité de craquage catalytique**

Le craquage catalytique est un craquage dans lequel les grosses molécules se brisent à l'aide d'un catalyseur. L'unité craquage catalytique est la 3<sup>ème</sup> unité de production de la raffinerie. Elle traite le résidu atmosphérique, sa capacité est de : 300 000 tonnes par an, elle produit de l'essence, le gasoil léger, les G.P.L (L.P.G), le slurry et les gaz incondensables. [15]



**Figure I.16: Unité craquage catalytique**

#### **I.7.10. Unité reforming catalytique (reforming)**

L'unité reforming catalytique traite la charge naphta produite par l'unité distillation atmosphérique. Les produits de l'unité sont essentiellement du carburant sans plomb à haut indice d'octane : NO=96 dénomme couramment : super sans plomb, des L.P.G, du naphta léger (light naphta), naphta raffine (refine d'oil). [16]

Les principales opérations du procès :

4. Préfractionnement de la charge
5. Purification de la charge



Figure I.17: Unité reforming catalytique

#### I.7.11. Stockage et expédition

##### **Bacs de produits finis conformes :**

Les différents produits finis conformes de la raffinerie sont :

##### **1. Kérosène :**

1. Le kérosène après être raffiné est stocké dans 04 bacs de : 500 m<sup>3</sup> chacun.
2. L'expédition de ce produit vers la rampe de chargement par camion est assurée par 02

Pompes : lorsqu'une est en service, l'autre est réservé pour secours.

3. **Gasoil** : Le gasoil commercial est le produit d'un mélange du gasoil atmosphérique et du gasoil de l'unité : **F.C.C**, Il y a 04 bacs de gasoil de capacité unitaire = 4000 m<sup>3</sup> chacun.

L'expédition du produit vers la rampe de chargement par camion est assurée par 02 pompes qui se permutent.

##### **4. Carburant sans plomb :**

1. **Carburant SUPER (NO = 96)** : Le carburant SUPER est directement produit à partir de l'unité: Reforming catalytique.

2. **Carburant NORMAL (NO = 89 min)** : Le carburant normal est le résultat d'un mélange de 03 produits : le super de l'unité reforming, le carburant de l'unité : RF.C.C et les naphthas léger des unités distillation et reforming et cela à des proportions bien déterminées. Le mélange de ces produits se fait par deux pompes. Le stockage du carburant (super et normal) est réalisé dans 06 bacs de capacité unitaire = 3000 m<sup>3</sup> chacun.

L'expédition du carburant est assurée par 02 autres pompes (l'une en service, l'autre en stand by). [17]

3. **L.P.G** : La section Gaz Plant (fractionnel section) de l'unité : distillation atmosphérique produit le butane et le propane commerciaux.

**Butane** : Le butane est stocké dans 03 sphères de capacité de : 1000 m<sup>3</sup> chacune.

**Propane** : Le propane est stocké dans 02 sphères de 1000 m<sup>3</sup> chacune.

4. **Fuel** : Généralement, ce produit est constitué du slurry filtré de l'unité F.C.C et d'une petite quantité de sloops lourds, une certaine quantité de gasoil non conforme peut être ajoutée au mélange.

Ce produit est stocké dans 04 bacs de capacité unitaire de : 300 m<sup>3</sup>.

Le fuel est utilisé comme combustible dans les chaudières des utilités, il est transféré par pompe à partir des bacs ci-dessus vers 02 bacs de 150 m<sup>3</sup> chacun se trouvant dans l'aire des utilités (à proximité des chaudières). [17]

5. **Naphta léger** : Ce produit venant de l'unité reforming catalytique est stocké dans un bac de 500 m<sup>3</sup>.

6. **Naphta raffiné**: Ce produit de l'unité reforming est stocké dans un bac de : 1000 m<sup>3</sup>, il est utilisé durant le démarrage.



**Figure I.18 : Sphères de stockage gaz**

**Figure I.19 : bac de stockage pour produit pétrolier**

Quantités (tonnes/an)

**produits**

20500

**Propane**

32500

**Butane**

10000

**Essence super**

208300

**Essence normal**

30000

**Kérosène (Jet A1)**

238400

**Gas oil**

13000

**Fuel oil**

Tableau I.2: Production final de la raffinerie

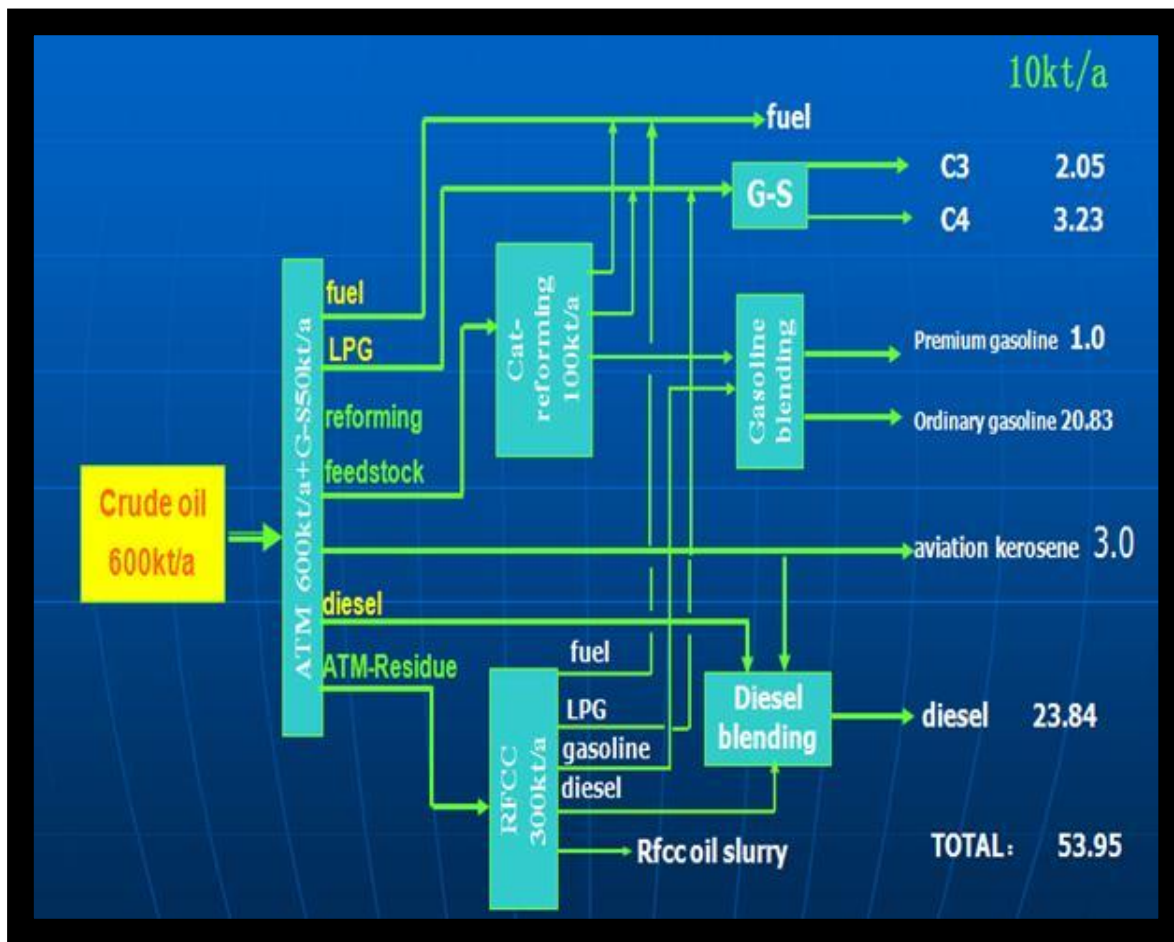


Figure I.20: Schéma de production de la raffinerie

## **CONCLUSION**

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur la raffinerie d'Adrar, nous mentionnons également ses unités et leurs rôles ainsi que les zones les plus importantes de celle-ci telles que la zone de production et la zone de stockage...etc. Plus de ça Les réserves de pétrole sont abondantes et une réglementation stricte de cette industrie est fortement conseillée pour assurer la sécurité des travailleurs et de l'environnement.

**CHAPITRE II :**  
**STOCKAGE ET**  
**EXPEDITION A LA**  
**RAFFINERIE D'ADRAR**



**Partie 01 :**  
**Généralité sur les réservoirs**  
**des hydrocarbures**

### **II.1.1. INTRODUCTION**

Les réservoirs de stockage ont été largement utilisés dans de nombreux établissements industriels, notamment dans les usines de traitement, telles que les terminaux maritimes, les champs de production de bruts, les lieux de consommation, les raffineries de pétrole et l'industrie pétrochimique. Ils sont utilisés pour stocker une multitude de produits différents. Ils vont dans une gamme de tailles différentes comportant des produits tels que : les matières premières, produits finis, les gaz et les liquides. Il existe une grande variété de réservoirs de stockage.

### **II.1.2. L'objectif :**

Le stockage d'hydrocarbures dans le secteur pétrolier et gazier implique l'immobilisation temporaire de volumes particuliers de fluides (pétrole ou gaz) dans des capacités de stockage appelées récipients sous pression ou réservoirs ou réservoirs, selon que le produit est maintenu sous pression ou non. Son objectif est de :

7. La mise du produit au repos suivi d'une opération de décantation avant l'expédition (élimination de l'eau et résidus) et l'élimination naturelle des gaz indésirables.
8. Le contrôle de la qualité de produit à expédier.
9. Le traitement préalable du brut afin de minimiser les problèmes d'incendie ou de corrosions des bacs et des canalisations car ces installations sont très coûteuses.
10. La continuité de la production et de l'exploitation tout en assurant un stockage permanent.

### **Classifications des BACS de stockage :**

Ces bacs utilisés sont classés selon trois critères [18] :

1. La nature du toit du réservoir.
2. La nature du produit stocké
3. Les capacités des réservoirs.

## II.1.3. Types de réservoirs (BACS) de stockage

### II.1.3.1. Les BACS de stockage à terre

Les réservoirs, généralement de forme cylindrique, sont de trois types : les réservoirs à toit fixe, les réservoirs à toit flottant et les réservoirs à double toit (toit fixe et écran flottant). Sur ces derniers, le toit flotte, monte et baisse au gré de la montée ou de la descente du produit contenu dans le bac. [19]

#### II.1.3.1.1 Les bacs à toit fixe

Les réservoirs à toit fixe sont destinés au stockage d'hydrocarbures peu volatils tels que le pétrole dégazé, l'essence ou le bitume qui génèrent de faibles émissions à l'atmosphère (pression interne en marche normale est quasi nulle). [18]

De conception, ils ont une construction simple, un toit légèrement conique ou hémisphérique autoportant ou sur poteaux avec ou sans charpente.

Ils sont le plus économiques à installer. Le fond du bac est construit en plaque de tôles se recouvrant et soudées entre elles. Il est conçu pour permettre une vidange aussi complète que possible. La pente vers le drain, au centre ou en périphérie, est alors de 1 à 2 %. [18]

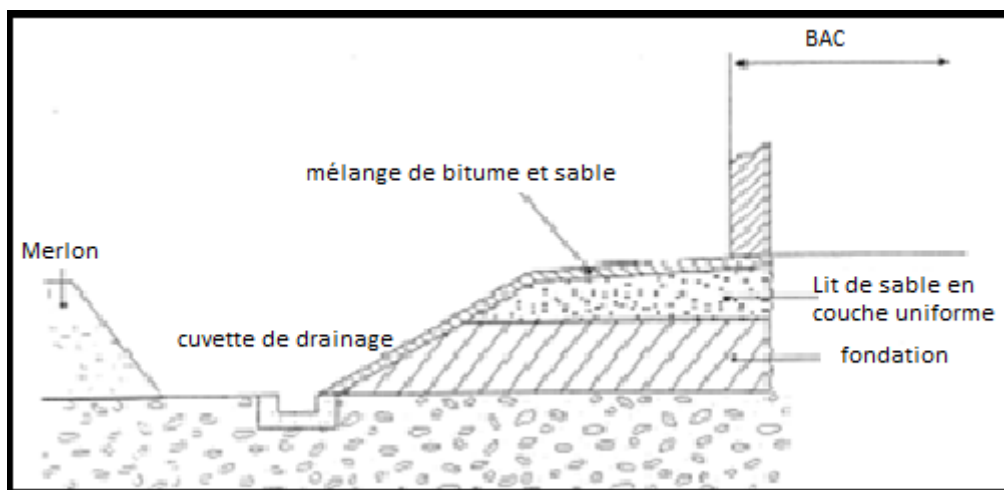


Figure II.1: Exemple de fondation de bac

La robe du bac est constituée d'un empilage vertical de bandes de tôles soudées. Elle est calculée pour résister à la pression latérale (bac plein d'eau) et résister au vent et tremblements de terre.

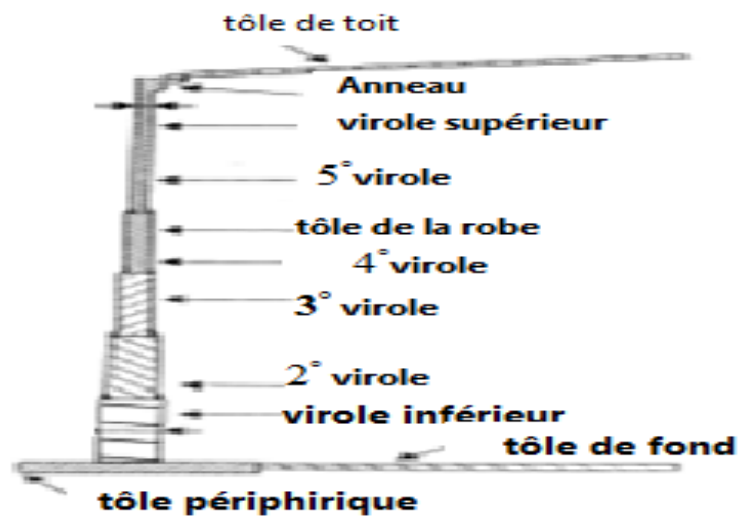


Figure II.21 : Robe d'un bac

Le bac est également ceinturé pour maintenir la forme cylindrique de celui-ci.

Sur le toit du bac, un certain nombre d'équipements va contribuer aux différents contrôles de l'opérateur et assurer la sécurité de l'installation.

1. Événements
2. Soupapes de respiration avec pare flammes
3. Puits de jauge
4. Tubes de prises d'échantillon
5. Passerelles d'accès
6. Parafoudre



**Figure II.22: Bacs à toit fixe**

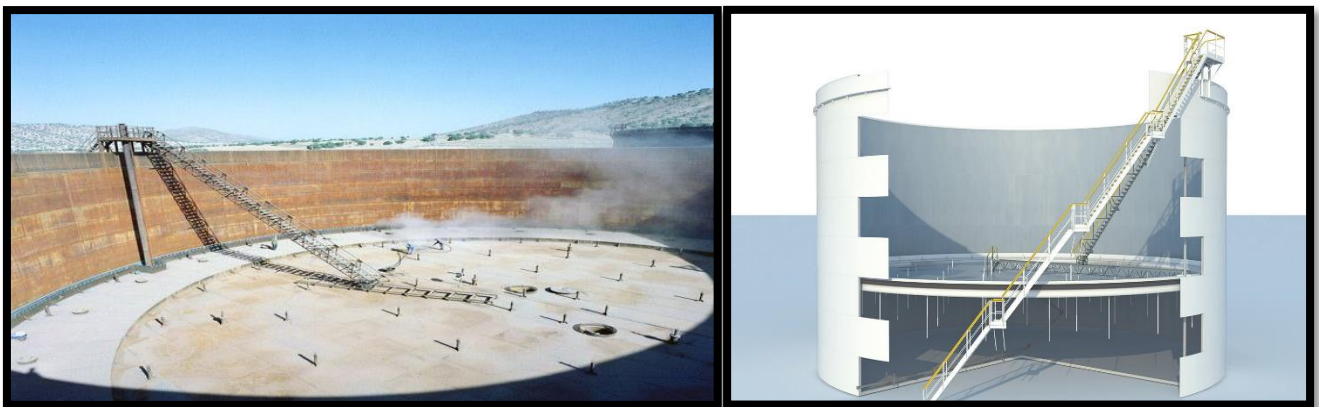
De même sur la robe du bac, afin de faciliter l'accès au toit, un escalier ou une échelle sera installé ainsi que le matériel de suivi du niveau ou de lutte incendie.

1. Tubulures d'exploitation et de purge
2. Réseaux incendie mousse vers l'intérieur
3. Réseau eau pour refroidissement robe
4. Instrumentation (niveaux, alarmes, température interface...)
5. Matériel d'homogénéisation, agitateurs ou buses de circulation
6. Connexions des réseaux de réchauffage
7. Mises à la terre
8. Trous d'homme

#### II.1.3.1.2. Les bacs à toit flottant :

Les bacs à toit flottant sont destinés au stockage des hydrocarbures les plus volatiles.

Le produit stocké doit être préalablement dégazé. Dans le bac sans toit fixe est placée une structure qui flotte à la surface du liquide pour éviter la formation d'un ciel gazeux. De ce fait, l'espace vapeur en surface est éliminé, ce qui a pour but de réduire les pertes par évaporation, diminuer les risques incendie et diminuer la pollution atmosphérique. Enfin, le volume très important de ces bacs pourra aller jusqu'à 1 million de barils. [20]



**Figure II.23 : Bac à toit flottant**

Le toit flottant peut être de deux types [21] :

1. à flotteur unique
2. à double flotteur

1. **toit à flotteur unique (simple ponton)** :

Il est constitué par une surface centrale de plaques avec une couronne circulaire soudée sur sa périphérie composée de caissons étanches flottants

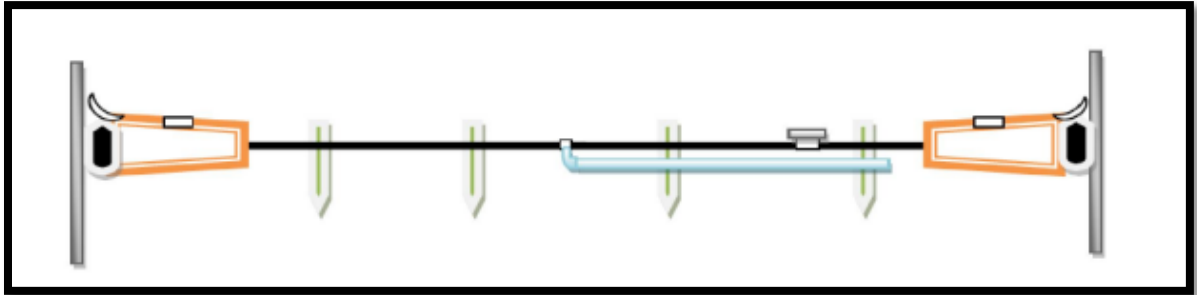


Figure II.24 : simple ponton

2. **toit à double flotteur (double ponton)** :

Il est constitué par deux surfaces de tôles circulaires. L'une recouvre l'autre et séparées l'une de l'autre par des cloisons ou des charpentes de façon à créer un matelas d'air entre le produit stocké et l'atmosphère

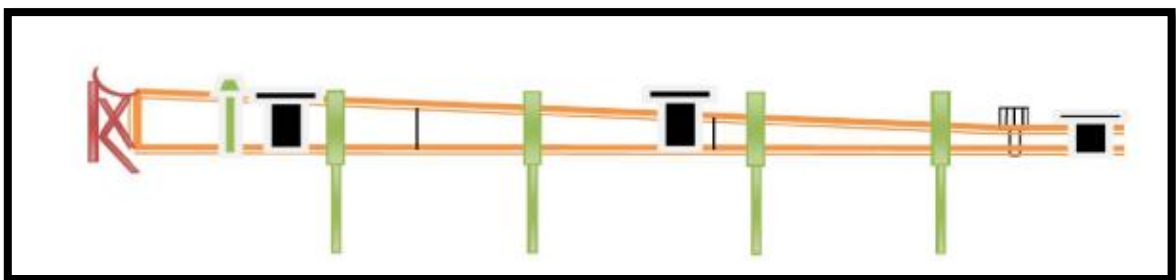


Figure II.25 : double ponton

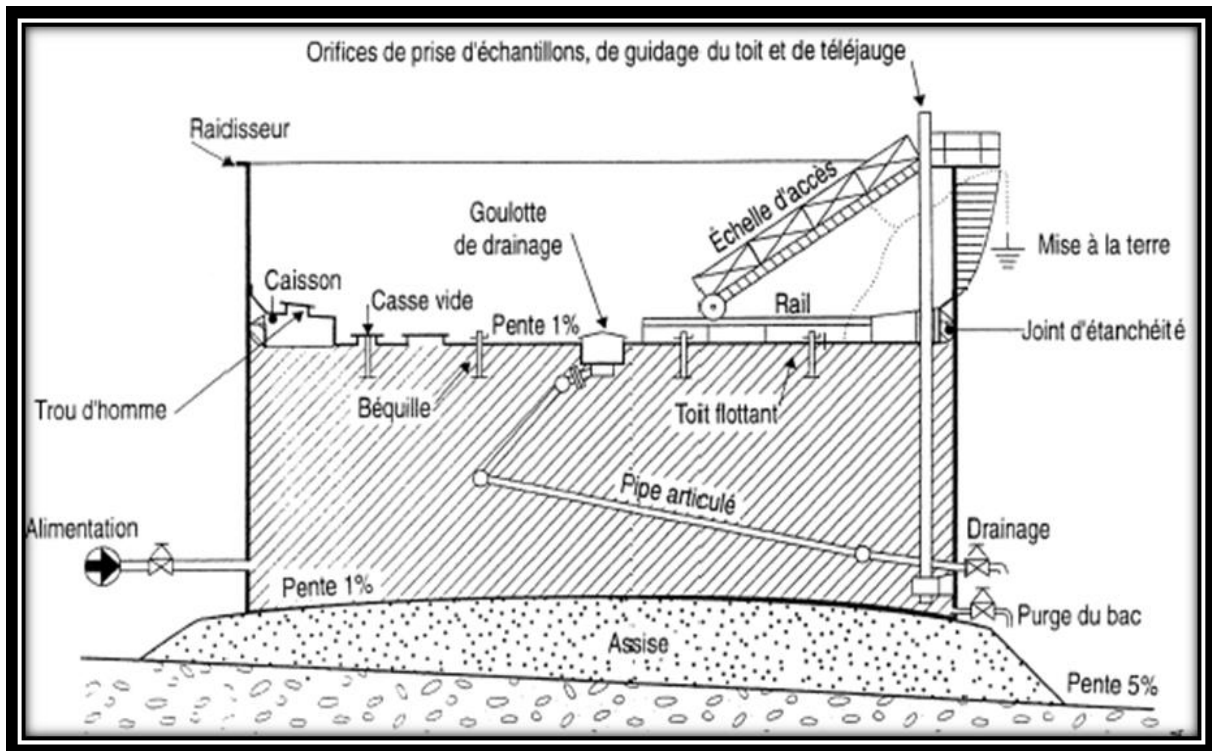
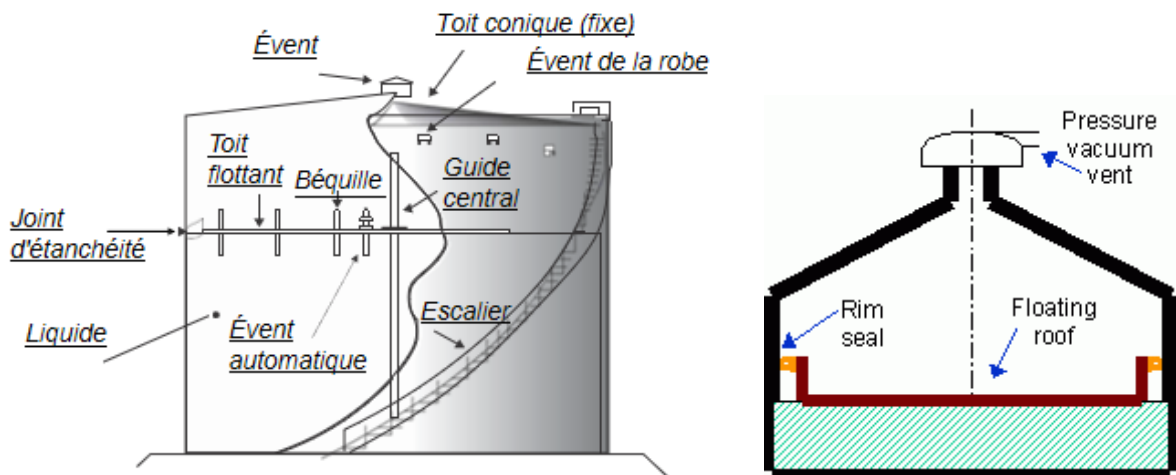


Figure II.26: Exemple de bac à toit flottant, type ponton annulaire

### II.1.3.1.3 Les Bacs à toit fixe et écran flottant

Ce type de réservoir présente les avantages des bacs à toit flottant en ce qui concerne les problèmes liés à l'évaporation et du toit fixe en ce qui concerne les problèmes liés aux intempéries.[22]





## Figure II.27: BAC à toit fixe et écran flottant

### II.1.3.1.4. Équipements et accessoires des bacs de stockage :

#### **1. Équipements de la structure des bacs :**

1. La robe : c'est une paroi verticale constituée de tôles cintrées au diamètre du réservoir.
2. La virole : c'est un anneau constitué de tôles dont la succession donne la robe.
3. La cuvette : c'est un compartiment construit autour d'un bac ou d'un ensemble de bacs destiné à recevoir le contenu du bac ou de l'ensemble de bacs en cas de fuite accidentelle.
4. Le fond : c'est la base du réservoir, il est fait également d'un ensemble de tôles.
5. L'assise : c'est la fondation sur laquelle repose le réservoir.
6. Le toit : c'est la partie supérieure du réservoir, il est fait d'un assemblage de tôles il peut-être fixe ou flottant. [22]

## 7. Accessoires des bacs

### 1. Accessoires d'accès :

1. Les escaliers: de forme hélicoïdale ou verticale, destinés aux opérations de vérification, de contrôle, de réparation et de nettoyage.
2. L'échelle basculante: celle-ci change de position lorsqu'un toit se déplace pour un toit flottant.
3. Les trous d'homme: ceux-ci permettent l'accès à l'intérieur du réservoir des agents d'entretien, de nettoyage et de réparation. Il existe deux types d'accès :
  1. Accès au réservoir à partir du toit.
  2. Accès à partir de la robe du réservoir. [22]

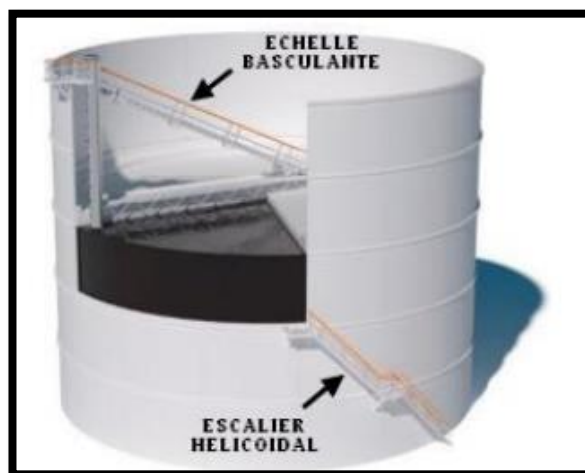


Figure II.28: Accessoires d'accès des bacs

### 3. Accessoires de contrôle :

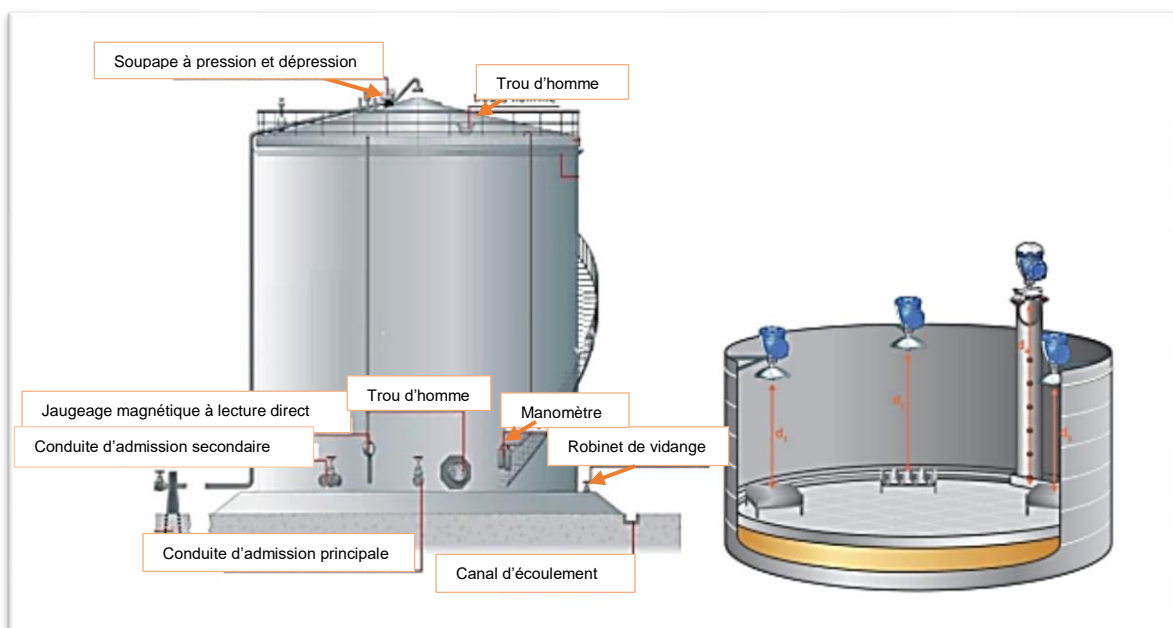
**Le manomètre:** Le manomètre d'indication de pression permet de contrôler la pression à l'intérieur du bac pour maintenir la pression d'épreuve constante.

**Le dispositif de prise d'échantillon:** Celui-ci sert à prendre des échantillons, à mesurer les qualités du produit et relever la température.

**Le dispositif de purge:** Il sert à évacuer les impuretés qui se trouvent mélangées avec le produit au fond du réservoir. Le liquide drainé sera acheminé dans les réseaux d'huiles, puis vers un séparateur.

**L'indicateur de niveau:** Celui-ci permet de relever le niveau du liquide dans le réservoir et au comptage du volume du produit au remplissage et ou à la vidange de celui-ci.

La détermination du niveau du produit dans le réservoir se fait avec les indicateurs de niveau à flotteur qui suit le niveau du liquide. Dans le cas où il n'y aurait pas de flotteur, on détermine le niveau du produit à l'aide d'une jauge manuel [30]



**Figure II.29 : Accessoires de contrôle des bacs.**

#### **4. Accessoires de lutte contre la surpression :**

##### *Les événements :*

Ce sont des ouvertures permanentes situées dans la partie supérieure du réservoir destinées à évacuer l'excédent de vapeurs d'hydrocarbures par temps chauds .

### ***Les soupapes :***

Ce sont des dispositifs automatiques qui laissent s'échapper l'excédent de vapeur une fois la pression de la phase gazeuse à l'intérieur du réservoir atteint une valeur limite ou critique. Cette pression est appelée pression de tarage.

## **5. Accessoires de sécurité :**

### ***Les vannes de sécurité:***

Elles sont destinées à protéger le réservoir contre les surpressions et les dépressions. Elles sont au nombre de deux (02). La vanne de sécurité pour la zone annulaire se trouve entre toit (flottant) et la robe et la vanne de décharge automatique.[21]

### ***Les dispositifs d'alarme NH et NB:***

Ceux-ci émettent un signal sonore dès que le produit atteint son niveau haut (NH) et son niveau bas (NB).

### ***La cuvette de rétention:***

Elle est destinée à recevoir le **75%** du contenu réservoir en cas des fuites. Les cuvettes qui contiennent plusieurs réservoirs, doivent être divisées en compartiments dont le nombre est déterminé en fonction de la capacité totale des réservoirs.

### ***Le réseau d'incendie:***

Celui-ci est équipé par des conduites d'eau et de mousse refoulée sous pression par un système de pompes. [23] [22] [21]

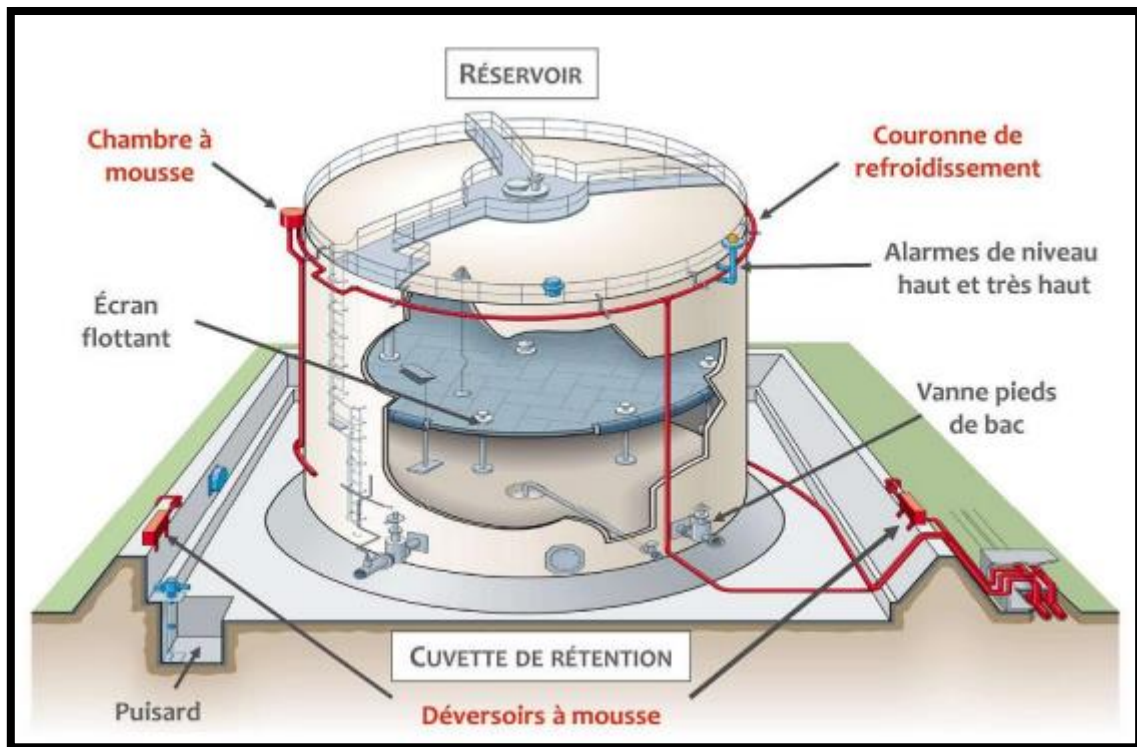


Figure II.30: Accessoires de sécurité de lutte contre l'incendie.

#### 6. Accessoires de protection contre la corrosion:

1. La protection passive du réservoir se fait par application d'une couche de peinture accompagnée d'une protection cathodique par anode.
1. La protection extérieure du réservoir est obtenue par soutirage du courant.
1. La surface intérieure du fond du réservoir n'est pas protégée par cathode, mais on prévoit une couche de résine époxy contre la corrosion interne due à la composition chimique du produit stocké telle que la teneur en sels et sulfures. [26] [27]

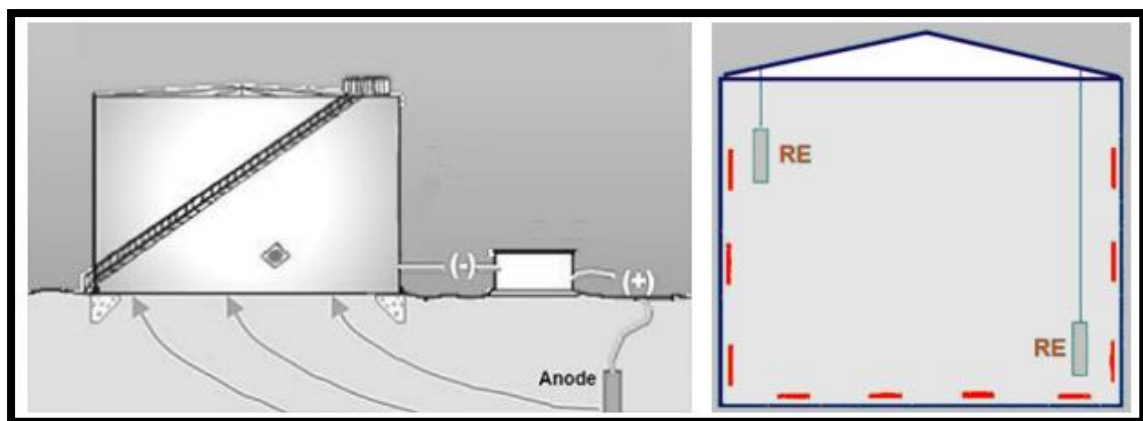


Figure II. 31 : la protection des bacs contre la corrosion

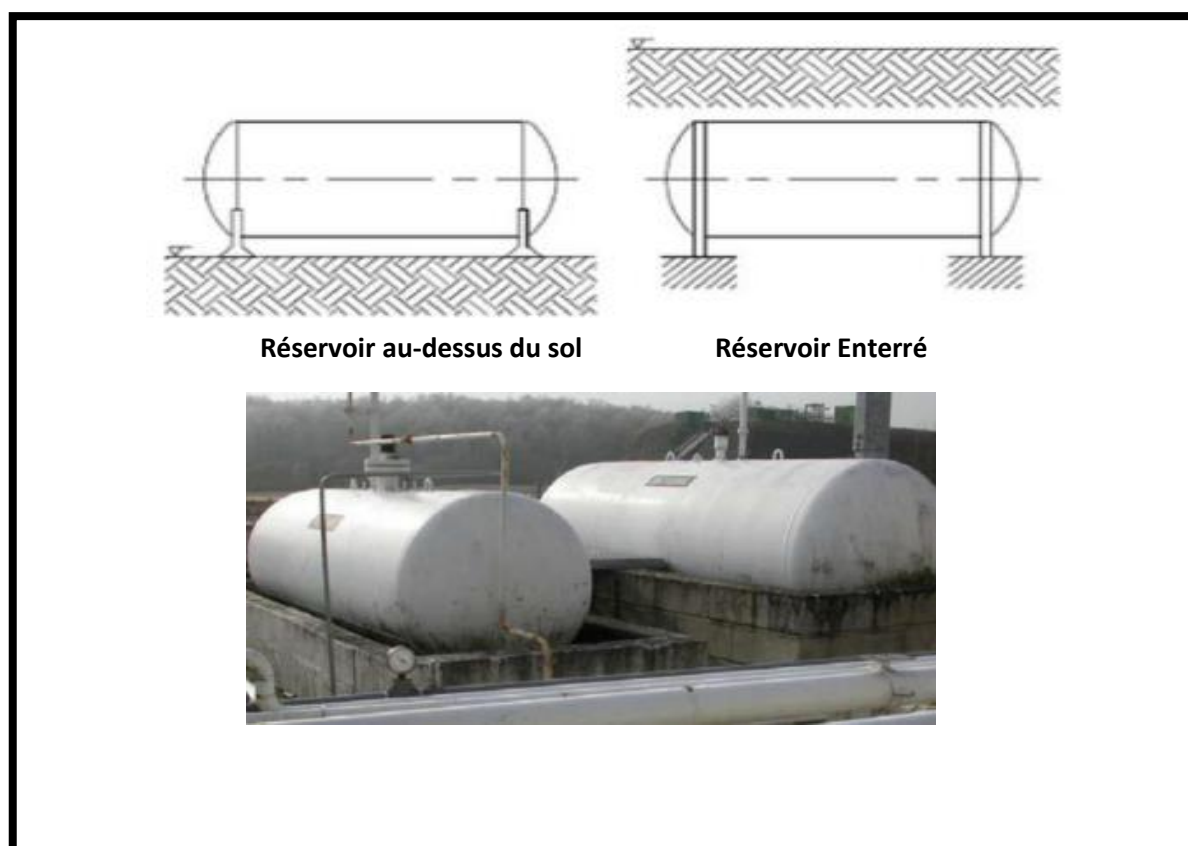
## II.1.3.2. Les réservoirs sous pression

### II.1.3.2.1. cylindrique horizontaux

Ce type de réservoirs cylindriques est susceptible de stocker les mêmes produits que les sphères dont il vient d'être question. La majorité de ces réservoirs présente un diamètre de **1,5 m à 3 m**, pour une longueur d'une dizaine de mètres, ce qui correspond à un volume compris entre **100 à 2000 m<sup>3</sup>**. Les plus longs réservoirs peuvent mesurer quelques dizaines de mètres. Les réservoirs horizontaux sont, dans le cas général, posés sur des berceaux. Il est possible de rencontrer des cas où ils sont ceinturés sur les berceaux. [24]

Souvent, ils sont installés au-dessus du sol sur des berceaux supports. Leurs extrémités sont terminées par des fonds emboutis hémisphériques ou elliptiques. Ces récipients sont destinés aux stockages sous forte pression, mais leur emploi est limité en général à de faibles capacités.

**Remarque :** Les réservoirs horizontaux sont principalement utilisés dans les cas où la consommation de fluide est faible et où le poids spécifique du fluide en question est faible



**Figure II. 32 : Bacs de stockage cylindriques horizontaux.**

#### II.1.3.2.2. Réservoirs atmosphériques :

Les réservoirs atmosphériques représentent la très grande majorité du parc de réservoirs de grande capacité contenant des liquides inflammables. Ils présentent classiquement un grand diamètre et donc par voie de conséquence un élancement faible. Ils sont constitués d'une unique enveloppe ou d'une double enveloppe métallique. [24]

Ces réservoirs sont le plus souvent :

**Métalliques:** leurs fonds, leurs robes et leurs toits sont en acier

**Verticaux :** leur axe de symétrie est vertical



**Figure II.33 : Réservoir atmosphérique**

#### II.1.3.2.3. Les sphères :

Ils sont généralement supportés par des poteaux disposés au niveau de l'équateur ou, quelquefois, par une jupe métallique ou un massif de béton placé sous l'hémisphère inférieur. Ces ouvrages sont parfaitement adaptés au stockage sous forte pression et permettent la réalisation économique. [25]



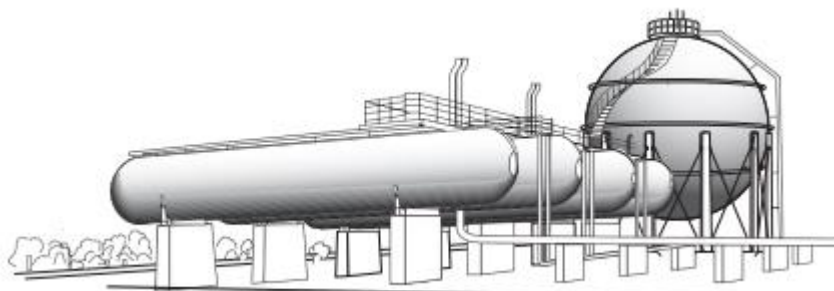
**Figure II. 34 : Bacs de stockage sphériques ou sphères**

### **Equipement et accessoires des sphères :**

Les réservoirs sphériques, ou comme ils sont également appelés sphères, sont la forme la plus pratique pour stocker du gaz liquéfié à des pressions élevées (jusqu'à 2 mPa) et à de grands volumes, car ils peuvent stocker de 600 m<sup>3</sup> à 2000 m<sup>3</sup> de gaz (GPL). Un autre avantage des réservoirs sphériques est la faisabilité économique: les économies de métal dans la fabrication des réservoirs sphériques sont de 20%. [27]

#### **1. Equipements :**

1. **Equipement d'accès :** escaliers, gardes de corps et échèles.
2. **Equipements de visite :** trous d'homme.
3. Equipement de mesure de niveau de produit : télé jauge (sphères équipées de télé jauges)
4. **Equipement de sécurité :** les soupapes, les couronnes d'eau et de mousse, les paratonnerres.



**Figure II.35 : Vue extérieure des réservoirs sous pression**

### **II.1.3.3. stockages cryogéniques**

#### **II.1.3.3.1. Les réservoirs aériens à pression atmosphérique :**

Avec cuve interne "autoportante" (c'est-à-dire capable de contenir la charge hydrostatique du GNL) et avec cuve externe métallique ou d'autre nature ce type est répartie en trois :



## 1. réservoirs à simple intégrité ou à confinement simple :

Les premiers réservoirs conçus pour le stockage de GNL étaient issus des pratiques des industries pétrolières, adaptées particulières. [29]

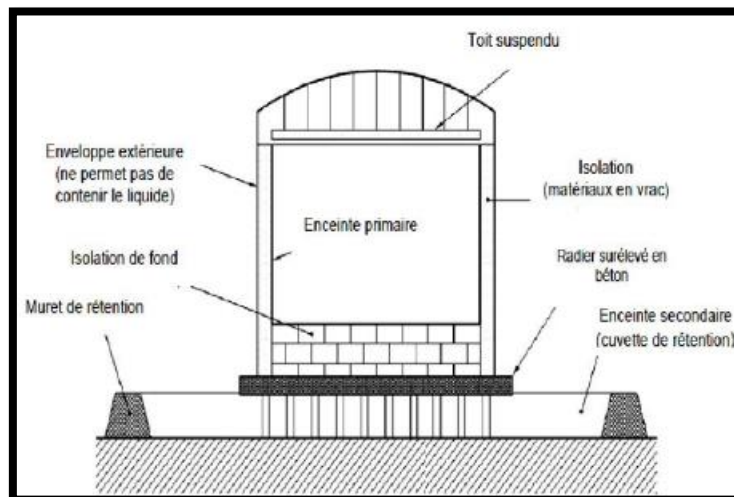


Figure II.36 : Les réservoirs à simple intégrité

### Compositions d'un réservoir simple intégrité :

1. Une cuve interne autoportante : qui contient directement le GNL, réalisée en matériau ductile à basse température (aluminium, acier inoxydable ou acier à 9% de nickel).
2. Une isolation permettant de contrôler l'évaporation du contenu liquide de la cuve interne réalisée en:
  3. matériau pulvérulent pour les parois latérales (nom commercial "perlite", fabriquée sur place par expansion de sable de Silice)
  4. perlite ou laine de verre pour l'isolation haute
  5. bloc de verre cellulaire (foam glass)
1. une cuve externe remplissant trois fonctions :
  1. empêcher la pénétration d'eau provenant de l'extérieur vers la cuve interne
  2. contenir l'isolation

3. être étanche au gaz d'évaporation produit par le liquide stocké.

**4. réservoir aérien à doublé intégrité ou confinement double :**

L'objectif de cette seconde technologie de réservoir était de diminuer les surfaces au sol de ces zones de stockage (directement par les cuvettes de rétention et indirectement par les distances d'effets consécutives à un accident majeur) tout en améliorant les conditions de sécurité (limiter les risques d'épandage de GNL suite à des agressions externes, diminuer les zones d'effets thermiques autour des réservoirs). [21] [23]

Pour assurer cette fonction de rétention du liquide, la principale modification apportée a été de rapprocher les cuvettes de rétention au plus près des réservoirs (réduisant la superficie) tout en garantissant la collecte de l'ensemble du contenu de l'enceinte primaire.

**Compositions d'un réservoir à double intégrité :**

1. une enceinte primaire Autoporteuse en acier spécial (cryogénique – 9% Nickel) capable de contenir le liquide réfrigéré en conditions normales de fonctionnement (cf. réservoir à simple intégrité décrit dans le paragraphe ci et comprenant une cuve interne, une isolation et une enveloppe externe. [21]
2. une enceinte secondaire (structure supplémentaire) autour de ce réservoir constituée d'un talus ou d'une cuve en matériaux résistants aux conditions cryogéniques (béton, acier cryogénique), conçue pour retenir tout le liquide contenu dans la cuve primaire, en cas de fuites, et placée à proche distance de la cuve primaire.

La cuve secondaire est du type à toit ouvert et ne peut donc nullement retenir les vapeurs émises par le produit. L'espace compris entre les cuves primaire et secondaire peut être couvert par « un écran anti-pluie » assurant la protection contre intempéries (pluie, neige), l'infiltration d'impuretés, etc. Il est à noter que les réservoirs à double intégrité ne possèdent pas de cuvette de rétention supplémentaire autour de la cuve extérieure car cette fonction est assurée par l'enceinte secondaire. Ainsi, la zone d'effets thermiques se trouve considérablement réduite.

**3. réservoir aérien à intégrité totale :**

La troisième évolution a consisté à intégrer au réservoir lui-même une cuve externe, résistant aux conditions cryogéniques, permettant de protéger le contenu de la cuve interne contre une

agression extérieure, de contenir le volume de GNL stocké, de fournir une étanchéité pour les liquides et de confiner les vapeurs de GNL. Ce sont les réservoirs à intégrité totale. [23]

#### **La principale évolution du réservoir à intégrité totale :**

Réside dans l'intégration d'une enceinte en béton armé précontraint, directement liée et construite sur la base du réservoir couronnée d'un dôme d'acier et de béton armé. Ces réservoirs sont composés de:

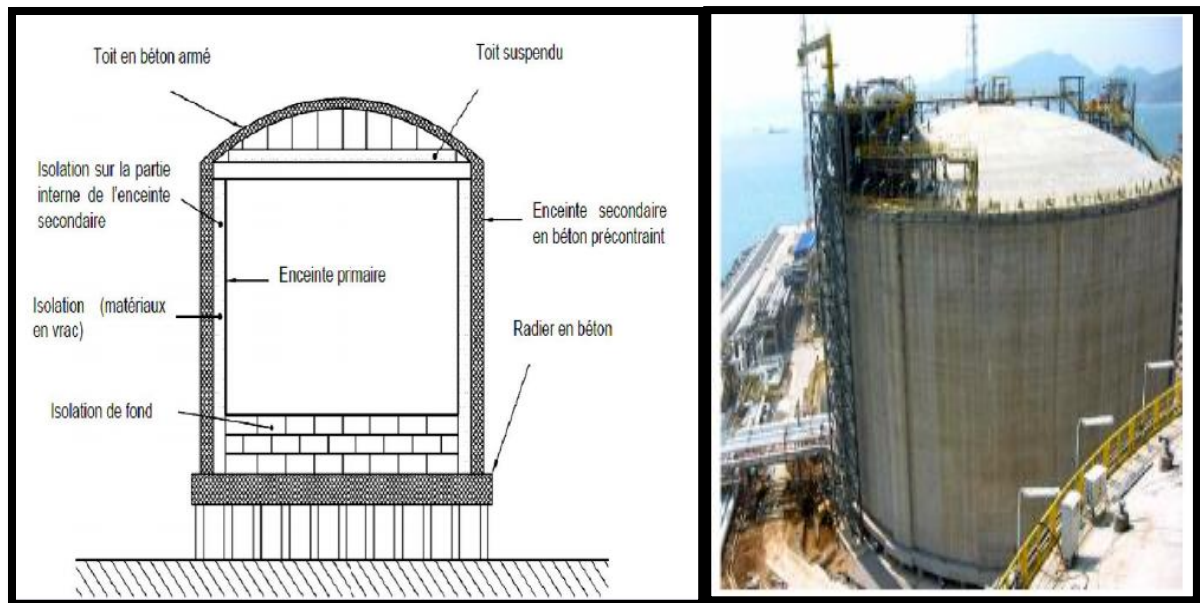
1. une enceinte primaire autoporteuse en acier spécial (cryogénique – 9% Nickel) capable de contenir le liquide réfrigéré en conditions normales de fonctionnement.
2. une isolation identique aux technologies précédentes. [21]
3. une enceinte secondaire autoporteuse en béton armé précontraint pourvue d'un dôme hémisphérique capable d'assurer les fonctions suivantes :

#### **En service normal :**

4. contenir les vapeurs émises du réservoir et maintenir l'isolation de la cuve primaire
5. éviter la perte de capacité de confinement à la suite d'un scénario accidentel résultant d'une agression extérieure (impact, feu...).

#### **En fonctionnement dégradé (cas de fuite de l'enceinte primaire) :**

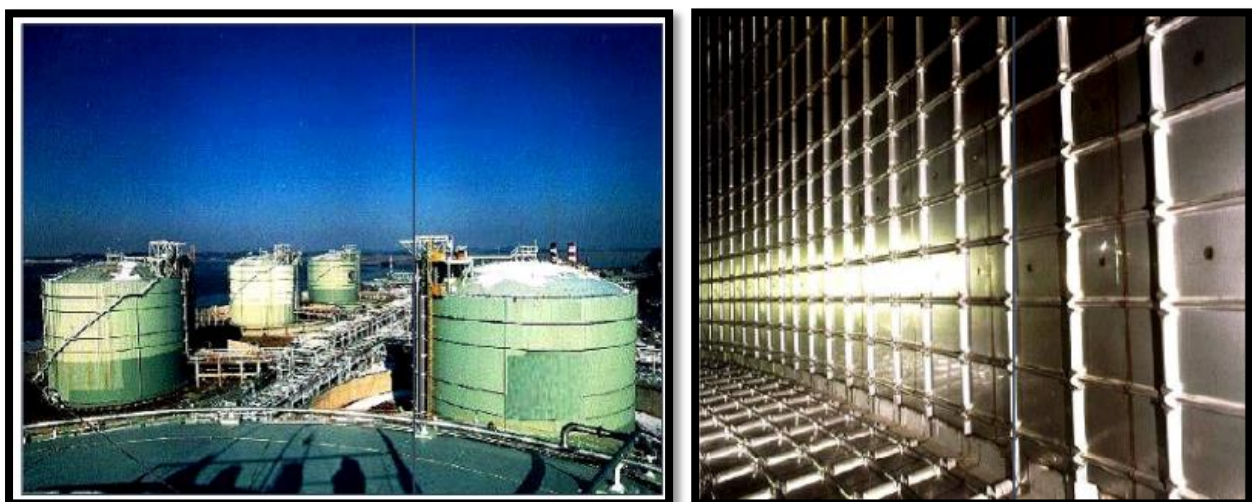
6. Contenir la totalité du liquide réfrigéré
7. Contrôler l'évacuation de la vapeur provenant de cette fuite et ce sans que la capacité structurelle contenant la vapeur ne soit affectée. La mise à l'air libre des vapeurs est autorisée mais elle doit être contrôlée (système de décharge). [21]



**Figure II.37 : Les réservoirs à intégrité totale**

#### II.1.3.4. Réservoirs aériens dits à "membrane"

Où sont appliquées les techniques de cuves des navires méthaniers. La cuve interne est soit métallique en tôle mince, soit en matière plastique mince et elle ne joue qu'un rôle d'étanchéité, la charge hydrostatique du liquide étant reportée, par l'intermédiaire de l'isolation, sur la cuve externe construite en béton précontraint. [21]



**Figure II.38 : Réservoir à membrane – Pyeong Taek en Corée**

#### II.1.3.5. Réservoirs enterrés et semi-enterrés:

Tokyo Gas Engineering (TGE) a inventé cette conception pour les réservoirs souterrains au Japon au début des années 1970, et elle a finalement été adoptée par d'autres sociétés gazières japonaises. Il combine deux techniques : la membrane (basée sur une création TECHNIGAZ) et la méthode du réservoir en béton semi-enterré. [32]

**Les trois principales raisons :** associées à cette dominance de technologie de réservoir sont liées à l'environnement industriel présent sur le pays :

1. L'exiguïté des surfaces disponibles
2. La proximité des villes par rapport aux sites industriels
3. Le risque de tremblement de terre

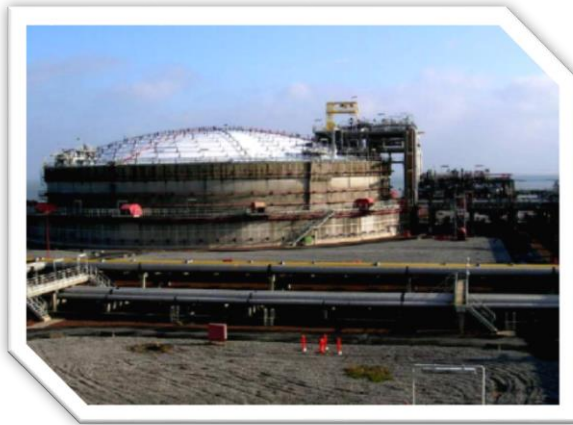


Figure II.39 : Réservoir semi-enterré



Figure II.40: Réservoir enterré

Le système de confinement est très similaire à celui décrit précédemment :

1. Une membrane en acier inoxydable en tôles ondulées soudées entre elles. La principale différence est l'épaisseur de la membrane légèrement supérieure par rapport à celle de la technologie TECHNIGAZ
2. Des panneaux d'isolation du type mousse de polyuréthane
3. Un toit suspendu à la coupole en acier carbone
4. Une structure en béton

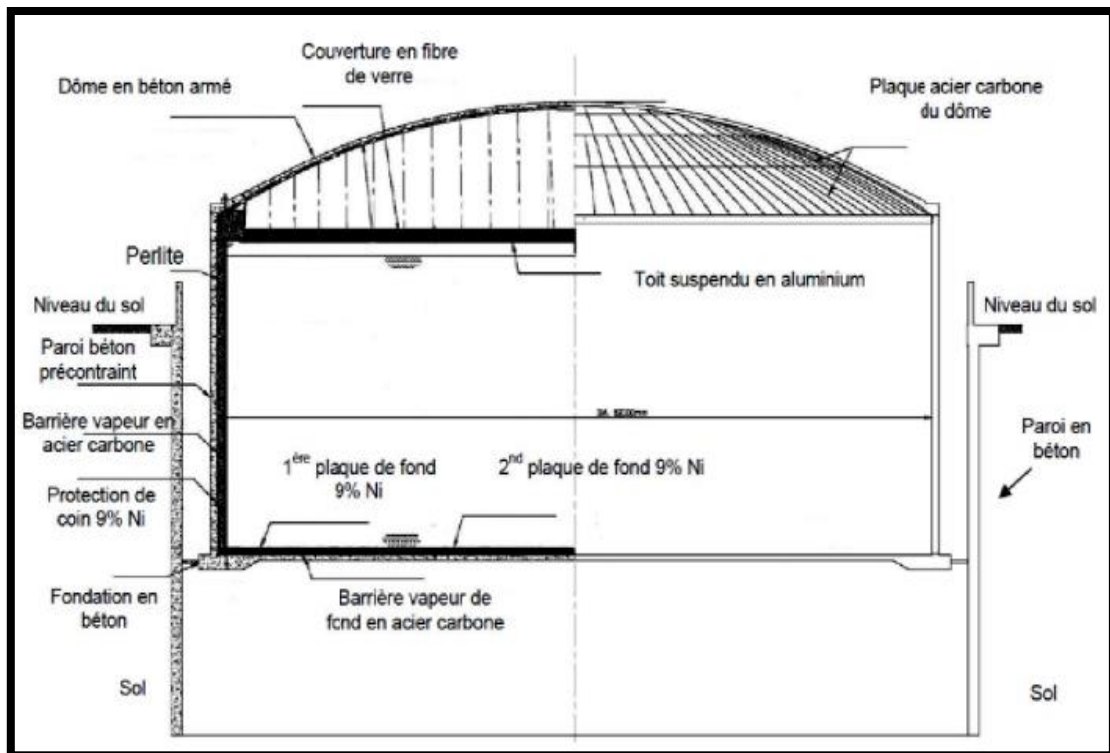


Figure II.41 : Schéma du réservoir enterré

### II.1.3.6. Les citernes :

#### II.1.3.6.1. Les cargos et bateaux

Se trouve dans le stockage maritime **FPSO**. [19]



**Figure II.42 : Citerne d'un FPSO**

1. **L'affectation des citernes :**

Les citernes ont différentes affectations:

1. Citernes de réception (settling tanks)
2. Citernes de stockage de brut dégazé (COT)
3. Citernes de ballast (dont peaks avant et arrière)
4. Citernes de slop
5. Citernes de méthanol
6. Citernes utilités (caisses à diesel, fuel, eau douce,...)
7. Vides structurels (cofferdams, voids, double paroi,...) [19]

8. **La structure des citernes**

La conception des citernes est dirigée par:

1. La stabilité d'ensemble de l'unité flottante (ex: nombre, taille, symétries, disposition, renforts)
2. Son mode d'exploitation (ex: remplissages, protections)

### **A l'intérieur de la citerne**

On retrouve :

1. Bouches d'aspiration des pompes de chargement et d'assèchement ou pompes immergées
1. Canons de lavage surface et fond
2. Accès pour inspection (escaliers, passerelles, trous d'hommes, crinolines...) et évacuation (escape way).
3. Collecteurs, tubulures d'exploitation (drop line) et Vannes
4. Renforts structurels de l'unité (carlingues, lisses, serres,...)
5. Instrumentation (Températures TI, niveaux LI, pression PI, interface et alarmes L et P...)
6. Prise échantillon atmosphère gazeuse
7. Anodes et revêtements de surface [19]

### **A l'extérieur de la citerne** on retrouve :

8. Soupapes pression /dépression (P/V valve)
9. Tubulures de gaz inerte (avec système d'isolation)
10. Tubulures de Crude Oil Washing (avec système d'isolation)
11. Tubulures d'exploitation
12. Trous d'homme et ouvertures
13. Points de jauge et de prise d'échantillon
14. Instrumentation LI et LAH (ex: radar).
15. Equipement de réglage manuel pompe immergée.

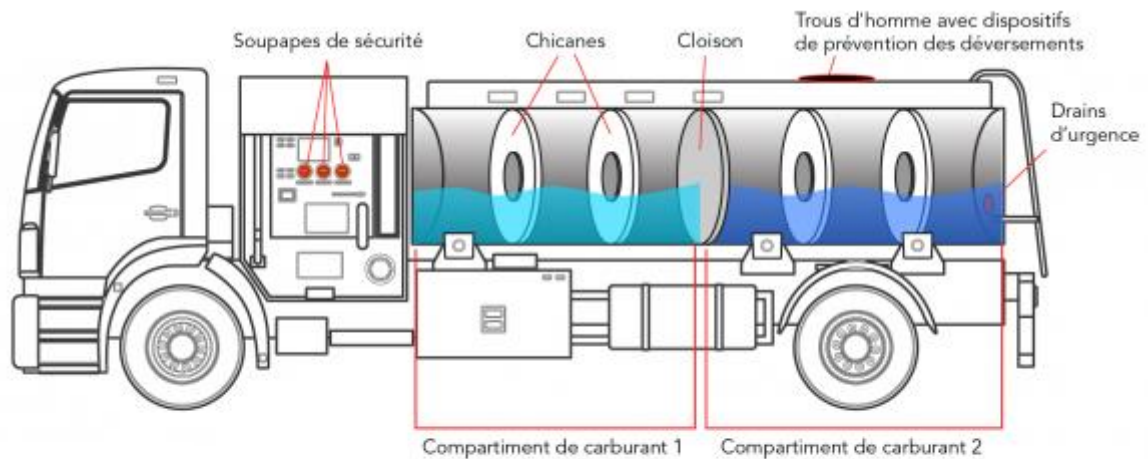
#### II.1.3.6.2. Les camions citernes

Sont des moyens de transportation routière qui se trouvent dans les raffineries [30]



Le transport du carburant par camion est souvent le seul moyen d’approvisionnement directement les stations-service en essence. Imagine en effet comment il serait difficile d’obtenir de l’essence si le seul endroit pour s’approvisionner se trouvait près d’un enchevêtrement de voies ferrées, d’une voie maritime importante ou d’un oléoduc !

Les camions citernes transportent du pétrole traité dans des conteneurs cylindriques ressemblant aux wagons-citernes tirés par les trains. Chacun de ces camions peut transporter entre 10 000 et 45 000 litres de carburant à partir de raffineries ou d’installations de stockage jusqu’aux pompes de stations-service.



**Figure II.43 : structure d’un camion-citerne**

**PARTIE 02 :**  
**PRESENTATION DE**  
**STOCKAGE ET**  
**EXPEDITION A LA**  
**RAFFINERIE D'ADRAR-**  
**SBAA**

## II.2.1. INTRODUCTION

Le stockage du pétrole et du gaz consiste à immobiliser temporairement certains volumes de pétrole ou produit pétrolier, dans des capacités de stockage appelées appareils à pression ou réservoirs selon que le produit stocké est ou n'est pas sous pression.

## II.2.2. GENERALITE SUR STOCKAGE DANS LA RAFFINERIE D'ADRAR :

Il y a **29 réservoirs** de stockage, **33 pompes** et **14 ensembles** d'équipements divers. Le pipeline de processus comprend **1 000 000 de mètres** d'extension. La capacité de stockage globale est de **50 000 mètres cubes**. [33]



Figure II.44 : Vue générale de parc de stockage

## II.2.3. INTRODUCTION SUR L'UNITE DE STOCKAGE ET EXPEDITION :

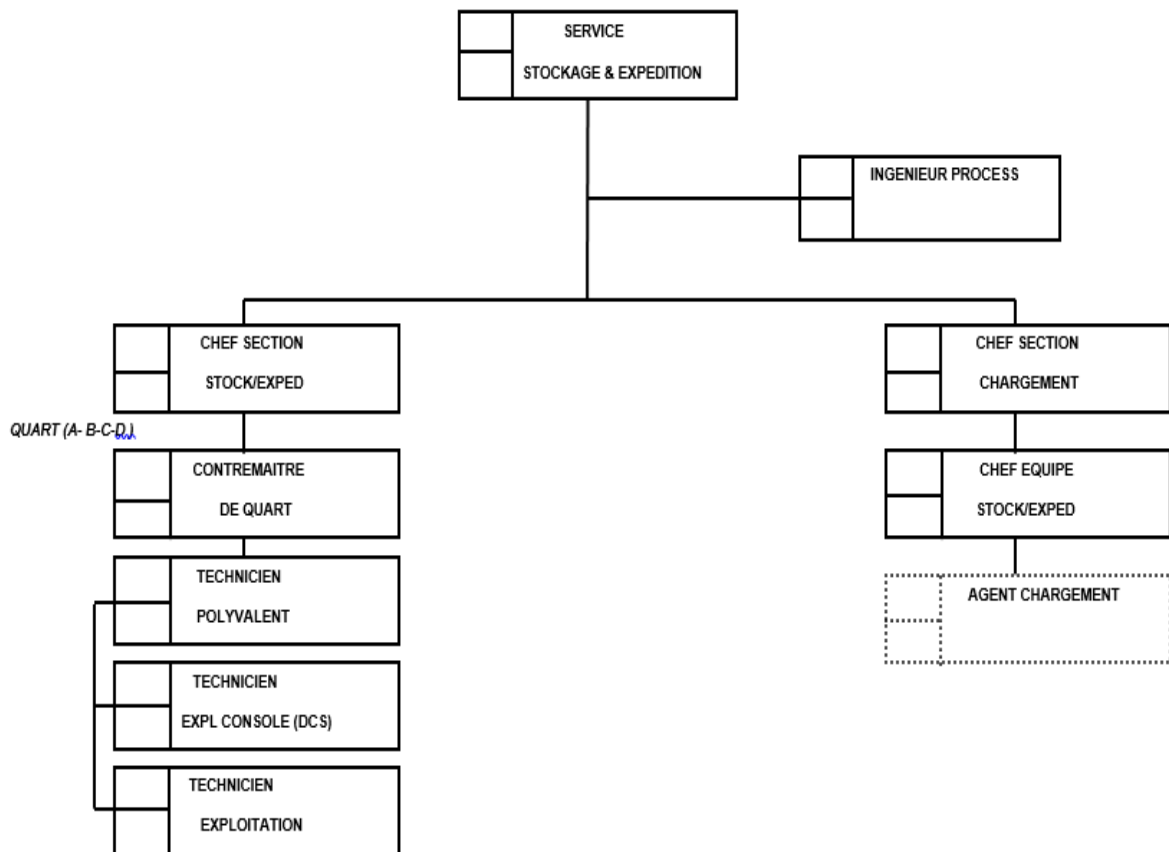
Le système de stockage et de transport est établi en 2004. La conception du système est basée sur: **6 x10<sup>5</sup> t / a** d'unité de distillation atmosphérique, **3x10<sup>5</sup> t / a** d'unité de craquage catalytique, **1x10<sup>5</sup> t / a** d'unité de reformage catalytique, **0,5x10<sup>5</sup> t / a** de l'unité de fractionnement gazeux, **2,3x10<sup>5</sup>t / a** de l'unité de raffinage du produit. Le système comprend le stockage d'essence, de diesel, de kérosène pour l'aviation, de Slurry et de GPL, une installation de mélange et de chargement des produit, une installation de chargement et d'embouteillage des GPL, un réseau de tuyauterie d'usine... etc. [34]

Il y a 10 unités comme suit :

No	Unit No	Unit description
1	302	Parc des réservoirs d'essence et hangar de pompe
2	303	Parc de stockage de diesel et kérosène d'aviation et hangar de pompage
3	304	Parc de stockage de Slurry et hangar de pompes
4	305	Parc de stockage des GPL et hangar de pompage
5	306	Installation de chargement des produits
6	307	Installation de chargement et d'embouteillage des GPL
7	309	Réseau de tuyauterie d'usine
8	310	Salle de contrôle de système de stockage et de transport des produits
9	311	Installation d'additifs pour l'essence
10	312	installation d'additifs pour le diesel et de kérosène d'aviation

**Tableau II.1: les zones d'unité de stockage et expédition**

#### **II.2.4. ORGANIGRAMME D'UNITE DE STOCKAGE ET EXPEDITION :**



## II.2.5. CLASSIFICATION DE BAC DE STOCKAGE :

### 1. En fonction de la matière utilisée pour leur construction :

Bacs de stockage en acier- Bacs de stockage en béton armé - Bacs de stockage en matières souples.

### 2. En fonction de leur exploitation :

Bacs de stockage fixes -Bacs de stockage mobiles - Bacs de stockage semi-fixes.

### 3. En fonction de leur position par rapport au niveau du sol :

Bacs de stockage aériens - Bacs de stockage semi-enterrés - Bacs de stockage souterrains.

### 4. Selon la forme du bac de stockage :

Bacs de stockage cylindrique - Bacs de stockage sphériques - Bacs de stockage parallélépipédique. [34]

### 5. Selon la forme du toit fixe :

Coniques – Sphériques – Hyper sphériques – Hyperboliques.

## 6. Selon la tension de vapeur des produits stockés :

Modes de stockage	P et T de stockage	Produits stockés	Type de bacs
Pression atmosphérique	P : absolue T : ambiante	Eau	Cuves ouvertes
	P = 0.1 bar T : ambiante Pt. Ecl. $\geq 55^{\circ}\text{C}$	Gas-oil, fuel, huiles, bitumes	Bacs à toit fixe
	$1 < P < 0.75\text{bar}$ T : ambiante Pt. Ecl. $< 55^{\circ}\text{C}$	Pétrole brut, essence, benzène	Bacs à toit flottant
Faible pression	$P < 1.5\text{ bars}$ T : ambiante	Essence légère	Bacs à toit fixe (toit en dôme)
Forte Pression	$1,5 < P < 30\text{ bar}$ T : ambiante	Essence légère ; Butane, propane.	Ballon, sphère Bacs sphéroïdaux

**Tableau II.2 : Tableau de clarification du bac de stockage selon la tension de vapeur des produits**

### II.2.6. LE STOCKAGE DANS LA RAFFINERIE RA1D :

Le parc de stockage de la raffinerie est constitué de bacs renfermant la matière première des trois unités de production : Distillation atmosphérique, Reforming catalytique et Craquage catalytique, de bacs renfermant les produits finis conformes des trois unités de production, de bacs de produits non-conformes et de bacs de slops. Excepté les bacs de brut qui sont à toit flottant, tous les autres bacs sont à toit fixe et les sphères [35]

## 7. Définition du Parc de stockage :

Le parc de stockage C'est une zone généralement de grande surface où se situe un ensemble des bacs de stockage. Ils peuvent être de différente ou de même capacité. Ils sont bien sûr connectés à une canalisation d'entrée et une autre de sortie et éventuellement connectés entre eux. Nous pouvons diviser le groupe des bacs en trois, en fonction de leurs états [36] :

1. Premier groupe en phase de remplissage.
2. Deuxième groupe en phase de décantation.

### 3. Troisième groupe en phase de vidange

#### 1. Bacs de matière première :

##### 1. Unité Distillation atmosphérique :

Le brut constitue la matière première (la charge) de la section : distillation, il est stocké dans 03 bacs à Toi flottons calorifuger de **6000 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont : Les : **T-30101, T-30102** et le : **T-30103.**

##### 2. Section gaz plant :

Les L.P.G constituent la charge de la section Gaz plant, elle est stockée dans 02 sphères de : **400 m<sup>3</sup>** chacune ce sont Les : **T-30506** et **T-30507.**

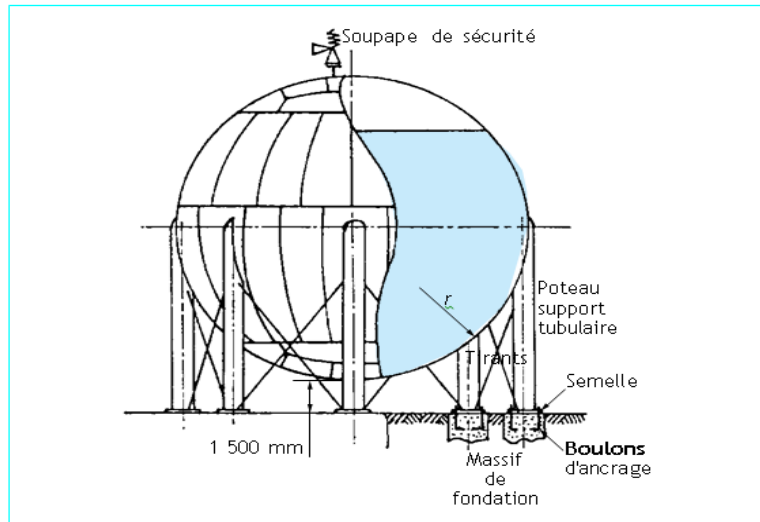


Figure 45 : Sphère sur poteaux

##### 1. Unité Reforming catalytique :

Les naphthas des sections : distillation et gaz plant de l'unité : distillation atmosphérique sont coulés vers les mêmes bacs après production et constituent ensemble la charge de l'unité reforming catalytique. Ces bacs à écran flottons de capacité = **1000 m<sup>3</sup>** chacun sont les :

**T-30202, T-30203 et T-30204**

##### 2. Unité Craquage catalytique :

Le résidu atmosphérique constitue la charge de l'unité : craquage catalytique, celui-ci est en partie traité directement, l'autre partie est stockée dans 03 bacs à Toi fixe Calorifuger de **3000 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont les : **T-30401, T-30402 et T-30403.**

#### 3. Produits non conformes :

##### 1. Naphta léger (light naphta) :

Ce produit venant de l'unité reforming catalytique est stocké dans un bac à toi fixe avec une phase d'Azote de **500 m<sup>3</sup>**, le : **T-30313**.

## **2. Naphta raffine :**

Ce produit de l'unité reforming est stocké dans un bac à toi flottons interne de : **1000 m<sup>3</sup>**, le : **T-30201**, il est utilisé durant le démarrage.

### Agents chimiques ajoutés pour les produits conformes :

Des agents chimiques sont ajoutés aux produits pour maintenir et améliorer leur spécification durant leur stockage. [37]

## **4. Carburant non conforme :**

Le produit non conforme venant des unités : reforming ou FCC (par exemple lors du démarrage de ces unités)

### **2. Essence non conforme :**

Est stocké dans 02 bacs écran flottons de capacité = **500 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont les : **T-30311** et **T-30312**.

Dans le but de le rendre conforme, ce carburant est refoulé vers l'unité : **FCC** pour un retraitement.

### **3. Gasoil non conforme :**

Ce produit est stocké dans 02 bacs à toi fixe de : **500 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont les :

**T-30309** et **T-30310**, il est utilisé comme ajout : par petites quantités pour le gasoil conforme et le brut (en veillant au maintien des spécifications conformes).

### **4. L.P.G : non conformes :**

Les LPG non conformes peuvent être des LPG non traités de l'unité FCC ou des L.P.G de démarrage de l'unité : distillation, ils sont stockés dans une sphère de **400 m<sup>3</sup>**, la : **T-30508**.

Ce produit est coulé vers la section traitement de l'unité FCC pour un retraitement.

Le butane et le propane non conformes sont coulés à travers une ligne commune vers les sphères: **T-30506** et **30507** et constitueront ainsi la charge de la section : gaz plant de l'unité distillation. [37]



## 5. Les slops :

Ce sont les différents produits provenant des unités lors des purges des pompes et lignes durant la production, l'arrêt ou le de démarrage.

Après séparation, les sloops sont divisés en sloops légers et sloops lourds : les sloops légers sont injectés dans les bacs de carburant non-conforme, les sloops lourds sont injectés dans les bacs de fuel (en mélange avec le SLURRY).

### II.2.7. Bacs de produits finis conformes :

Les différents produits finis conformes de la raffinerie sont :

## 6. Kérosène :

Le kérosène après être raffiné est stocké dans 04 bacs à toi fixe de : **500 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont les : **T-30305, T-30306, T-30307 et T-30308.**

L'expédition de ce produit vers la rampe de chargement par camion est assurée par 02 pompes lorsqu'une est en service, l'autre est réservé pour secours (Stand bye).

7. Gasoil : Le gasoil commercial est le produit d'un mélange du gasoil atmosphérique (2nd ligne et 3rd ligne) et du gasoil de l'unité : **FCC** .

Il y a **04 bacs** de gasoil à toi fixe de capacité unitaire = **4000 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont les : **T-30301, T-30302, T-30303 et T-30304.** L'expédition du produit vers la rampe de chargement par camion est assurée par 02 pompes qui se permutent.

## 8. LPG :

La section Gaz Plant (fractionnel section) de l'unité : distillation atmosphérique produit le butane et le propane commerciaux.

1. **Butane** : Le butane est stocké dans 03 sphères de capacité de **1000 m<sup>3</sup>** chacune, ce sont les : **T-30503, T-30504 et T-30505.**

2. **Propane** : Le propane est stocké dans 02 sphères de **1000 m<sup>3</sup>** chacune, ce sont les : **T-30501 et T-30502**

L'expédition de ces deux produits vers la rampe de chargement par camion par est réalisé par deux pompes.

## 1. Fuel :

Généralement, ce produit est constitué du SLURRY filtré de l'unité FCC et d'une petite quantité de sloops lourds, pour le besoin une certaine quantité de gasoil non conforme peut être ajoutée au mélange.

Ce produit est stocké dans **04 bacs** de capacité unitaire de : **300 m<sup>3</sup>**, ce sont les : **T-30404, T-30405, T-30406 et T-30407**. [37]

Le fuel est utilisé comme combustible dans les chaudières des utilités, il est transféré par pompe à partir des bacs ci-dessus vers **02 bacs de 150 m<sup>3</sup>** chacun se trouvant dans l'aire des utilités (à proximité des chaudières), ce sont les : **T-60106 / 1 et T-60106 / 2**

### II.2.8. Additive du Carburant :

Des agents chimiques sont injectés au carburant normal avant son coulage vers les bacs de stockage : cela pour conserver leur spécifications (couleur, octane...), maintenir la teneur en soufre minimale, ...etc.

## 2. Gasoil :

Vu que le nombre de cétane du gasoil de l'unité FCC est faible, un agent chimique est ajouté au gasoil commercial.

## 3. Kérosène :

Pour améliorer sa conductibilité, un additif chimique est injecté dans la ligne du kérosène vers stock.

### II.2.9. Carburant sans plomb :

## 4. Carburant SUPER (NO = 96) :

Le carburant SUPER est directement produit à partir de l'unité : Reforming catalytique.

## 5. Carburant NORMAL (NO = 89 min) :

Le carburant NORMAL est le résultat d'un mélange de 03 produits :

La SUPER de l'unité reforming, le carburant de l'unité : R.F.C.C et les naphas léger (light naphtha) des unités distillation et reforming et cela à des proportions bien déterminées.

Le mélange de ces produits se fait par deux pompes. Le stockage du carburant (SUPER et NORMAL) est réalisé dans **06 Bacs** a écran flottant de capacité unitaire = **3000 m<sup>3</sup>** chacun, ce sont les : **T-30205, T-30206, T-30207, T-30208, T-30209 et T-30210.**

L'expédition du carburant est assurée par 02 autres pompes (l'une en Service, l'autre en stand bye) [38]

## II.2.10. PROGRAMME DE CONTROL DU RESERVOIR DE STOCKAGE :

Le control du paramètre d'exploitation (pression, température, niveau ect...) dans le stockage et le transport fait par un system de control (SCADA)

### II.2.10.1. Définition sur le system SCADA :

**SCADA** est un acronyme pour contrôle de supervision et acquisition de données, un système informatique de collecte et d'analyse de données en temps réel. Les systèmes **SCADA** sont utilisés pour surveiller et contrôler une usine ou un équipement dans des secteurs tels que les télécommunications, le contrôle de l'eau et des déchets, l'énergie, le raffinage et le transport du pétrole et du gaz. Les systèmes **SCADA** ont été utilisés pour la première fois dans les années **1960.** [39] [40]

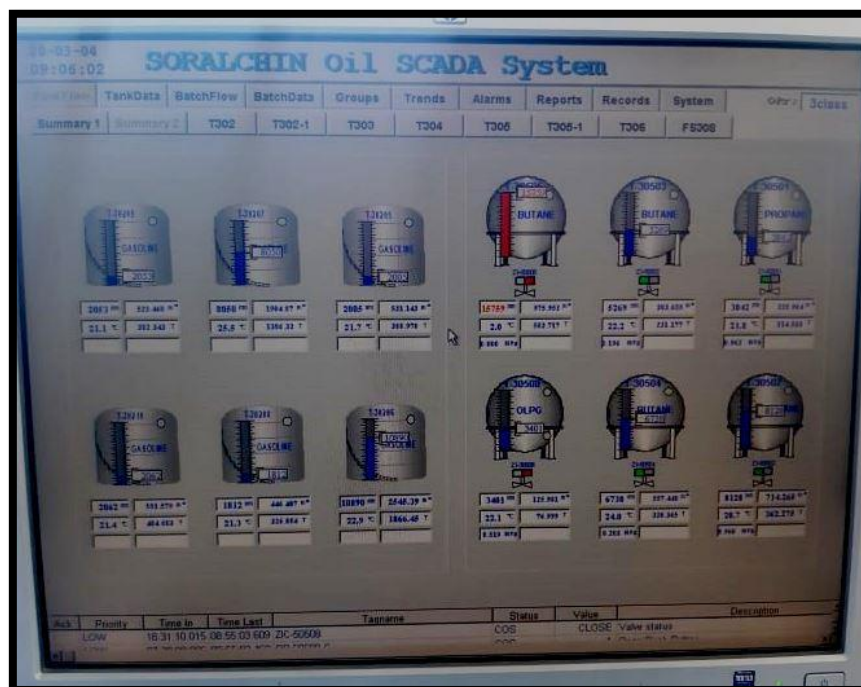


Figure 46 : Photo de control toutes les paramètres des réservoirs

### II.2.10.2. Règlements de gestion et d'opération du système SCADA :

1. Il est demandé de garder la sécheresse et la propre de la salle de commande **SCADA** pour stockage et transport selon les exigences
2. Respecter strictement le système **SCADA** et opérer la procédure d'opération de l'ordinateur afin de endommager le disque dure à cause de mauvaises opérations et d'influencer le fonctionnement stable de production en sécurité.
3. Il faut avoir une personne spéciale pour maintenir et gérer le système **SCADA**, sans autorisation du gestionnaire, la personne non opérateur ne doit pas réaliser l'opération du système.
4. Il est interdit de faire fonctionner une procédure non travail sur micro, pour nouveaux logiciels introduits il faut d'abord effectuer un fonctionnement d'essai et puis les mettre au service plus tard, afin de ne pas polluer le micro par les virus informatiques.
5. Lorsqu'il y a des anomalies ou bien pannes durant l'opération, il faut contacter le réparateur pour maintenance, et contacter le responsable pour réparation, il est interdit aux opérateurs de démonter eux-mêmes le matériel
6. Pour le micro qui marche 24 heures sur 24 heures, l'opérateur ne doit pas arrêter les machines à grès et faire fonctionner les procédures qui n'ont pas de relation avec travail, etc.
7. Il faut que les opérateurs qui transmettre les données au supérieur de la manière exacte, pour les micros connectés au réseau, sans retard, omission et fuite.
8. Pour chaque équipe, il faut bien remplir le système **SCADA** et noter la situation du fonctionnement du micro. [41]



**Raffinerie d'Adrar**

BACS	PRODUIT	Capacité m <sup>3</sup>	Ø mm	H. projetée	H. nominale	densité	T°	TYPE
T30101	BRUT	6000	23000	14500	15850	0.83	50	Toit flottant
T30102	BRUT	6000	23000	14500	15850	0.83	50	Toit flottant
T30103	BRUT	6000	23000	14500	15850	0.83	50	Toit flottant

BACS	PRODUIT	Capacité m <sup>3</sup>	Ø mm	H.	H.	densité	T°	TYPE
------	---------	----------------------------	------	----	----	---------	----	------

				projetée	nominale			
T30205	ESSENCE sup	3000	17000	14600	15850	0.70	60	toit flottant +dôme
T30206	ESSENCE	3000	17000	14600	15850	0.70	60	toit flottant +dôme
T30207	ESSENCE	3000	17000	14600	15850	0.70	60	toit flottant +dôme
T30208	ESSENCE	3000	17000	14600	15850	0.70	60	toit flottant +dôme
T30209	ESSENCE	3000	17000	14600	15850	0.70	60	toit flottant +dôme
T30210	ESSENCE	3000	17000	14600	15850	0.70	60	toit flottant +dôme

BACS	PRODUIT	Capacitém³	Ø mm	H. projetée	H. nominale	densité	T°	TYPE
T30201	NAPHTA	1000	10800	11200	12690	0.70	60	toit flottant +dôme
T30202	NAPHTA	1000	10800	11200	12690	0.70	60	toit flottant +dôme
T30203	NAPHTA	1000	10800	11200	12690	0.70	60	toit flottant +dôme
T30204	NAPHTA	1000	10800	11200	12690	0.70	60	toit flottant +dôme

BACS	PRODUIT	Capacitém³	Ø mm	H. projetée	H. nominale	densité	T°	TYPE
T30301	GASOIL	4000	19000	15000	15850	0.83	50	FIXE
T30302	GASOIL	4000	19000	15000	15850	0.83	50	FIXE
T30303	GASOIL	4000	19000	15000	15850	0.83	50	FIXE
T30304	GASOIL	4000	19000	15000	15850	0.83	50	FIXE

BACS	PRODUIT	Capacitém³	Ø mm	H. projetée	H. nominale	densité	T°	TYPE
T30309	Gasoil OFF	500	8000	9100	10400	0.83	50	FIXE

T30310	Gasoil OFF	500	8000	9100	10400	0.83	50	FIXE
T30311	Essence OFF	500	8000	9100	10400			FIXE
T30312	Essence OFF	500	8000	9100	10400			FIXE
T30313	Naphta Léger	500	8000	9100	10400			FIXE

BACS	PRODUIT	Capacitém <sup>3</sup>	Ø mm	H. projetée	H. nominale	densité	T°	TYPE
T30305	KEROZENE	500	8000	9100	10400			FIXE
T30306	KEROZENE	500	8000	9100	10400			FIXE
T30307	KEROZENE	500	8000	9100	10400			FIXE
T30308	KEROZENE	500	8000	9100	10400			FIXE

BACS	PRODUIT	Capacitém <sup>3</sup>	Ø mm	H. projetée	H. nominale	densité	T°	TYPE
T30401	RESIDU atm.	3000	17000	14600	15850	0.70	60	FIXE
T30402	RESIDU atm.	3000	17000	14600	15850	0.70	60	FIXE
T30403	RESIDU atm.	3000	17000	14600	15850	0.70	60	FIXE
T30404	SLURRY	300	8000	7000	8000	0.99	140	FIXE
T30405	SLURRY+F.oil	300	8000	7000	8000	0.99	140	FIXE
T30406	Fuel oil	300	8000	7000	8000	0.99	140	FIXE
T30407	Fuel oil	300	8000	7000	8000	0.99	140	FIXE

Tableau II.3 : les BACS de stockage dans la raffinerie d'Adrar



Raffinerie d'Adrar

Sphères	PRODUIT	Capacité m <sup>3</sup>	Ø mm
30501	C3	1000	12.3
30502	C3	1000	12.3
30503	C4	1000	12.3

30504	C4	1000	12.3
30505	C4	1000	12.3
30506	GPL	400	9.2
30507	GPL	400	9.2
30508	OGPL	400	9.2

**Tableau II 4: les sphères de stockage des gaz dans la raffinerie d'Adrar**

## II.2.11. L'expédition des hydrocarbures (transport) à la raffinerie d'Adrar



**Figure 47 : La zone d'expédition à RA1D**

La raffinerie d'Adrar utilise deux types de transportation :

### 1. Par canalisation (pipelines) :

L'Activité TRC Transport par Pipeline est un élément stratégique en termes d'acheminement des hydrocarbures vers d'autres segments de marché et d'assurance de la constance des flux tout au long de la chaîne des hydrocarbures. L'activité est également un maillon important de ce réseau. Elle est également un secteur économique important. Actuellement, le transport par pipeline facilite le transport des hydrocarbures (pétrole brut, gaz naturel, GPL et condensat) des champs de production vers les complexes et le traitement, la transformation, le stockage, l'expédition et l'exportation. Le



transport par pipeline des hydrocarbures nécessite la mise en place de stations de pompage le long du parcours. [42][43]



**Figure 48 : Transport des hydrocarbures par pipelines (canalisation)**

## **2. Par route :**

C'est le mode de transport qui répond le mieux aux besoins d'efficacité pour atteindre les attentes des consommateurs moyens et finaux (usagers, populations). C'est le mode employé exclusivement en distribution pour la mise en place terminale des produits au niveau des stations-service. Il se fait par camion-citerne de capacité atteignant 45000L [44] [45]

A la raffinerie d'Adrar, en utilisant les camions citernes (tank trailer) comme un moyen de distribution des hydrocarbures donc :

3. Les camions citernes peuvent charger et décharger dans le dôme ou à la source.
4. Les citernes camion répondent à la réglementation ADR (conception, type de citerne : trois orifices de vidange/remplissage (vanne de fond de citerne, seconde vanne et bouchon, éventuel clapet de surpression/disque de rupture, compartimentage, etc.).
5. La zone de chargement/déchargement est sur rétention.



**Figure 49 : Camion-citerne (tank trailer)**

### **1. Le chargement/déchargement en dôme :**

Dans le cas du chargement par dôme, ce dernier est adapté aux carburants liquides moins volatils tels que le diesel/le mazout. Le chargement de la source est essentiel pour les articles les plus volatils afin de minimiser les émissions de vapeur et de lutter contre l'apparition de décharges électrostatiques.

Un bras de chargement (introduction d'un tube de chargement dans le dôme du camion après ouverture d'une cuve ou d'un trou d'homme de compartiment) avec un contacteur d'horizontalité garantit le bon positionnement de la canne de plongée (capteur anti-débordement sur la canne) dans la cuve est nécessaire pour les opérations de chargement du dôme. [46]

L'une des sécurités lors du transfert repose sur la maîtrise du débit de remplissage :

- le contrôle continu de l'opérateur agissant sur un dispositif « homme mort » (en l'absence d'autre moyen pour éviter le sur-remplissage),
- l'arrêt d'urgence interrompant le débit en cas de défaillance (positionnement en hauteur du BAU pour permettre au chauffeur présent au sommet de la citerne d'avoir une action rapide).

Le débit de début et de fin de chargement est réduit pour éviter le phénomène dangereux d'explosion de vapeurs du à de l'électricité statique (chargement en pluie plus propice à ce type de phénomène).

La fonction transfert ne peut généralement être assurée que si les branchements suivants sont correctement réalisés :

1. mise à la terre du camion effective,
2. liaison électrique sonde anti-débordement réalisée,
3. quantité programmée en adéquation avec livraison demandée.

Sur ce dernier point, l'utilisation d'un automate de chargement est très répandue.

Le relevage d'un garde-fou est une autre sécurité obligatoire compte tenu de la présence du chauffeur au sommet de la citerne. On a alors des asservissements de débit sur :

1. le relevage du garde-fou,
2. la position correcte du tube de chargement dans la citerne,
3. la mise à la terre.



**Figure 50 : Ski de chargement / déchargement en dôme**

### **1. Le chargement/déchargement en source :**

4. Le chargement/déchargement en source consiste à faire l'opération par le fond de la citerne.
5. Des bras de chargement ou des flexibles sont utilisés (bras à tubulure rigide, bras à flexible)
6. Du fait de la conception des bras, il peut être envisagé de remplir des réservoirs fixés simultanément avec six produits distincts à partir de six compartiments de réservoir, selon les équipementiers (franchissement libre). Sur les dépôts pétroliers, la technologie du bras tubulaire rigide avec joints tournants (côté installation fixe et côté réservoir), un dispositif d'équilibrage des mouvements (sur l'installation fixe), et un coupleur (selon norme API) est très développée. Une bride relie le bras à son support, et des clapets de part et d'autre permettent de l'isoler.[46]
7. Le bras à flexible (à la place des tubes rigides) existe également mais est de technologie moins sûre que la précédente.
8. La fonction transfert ne peut généralement être assurée que si les branchements suivants sont correctement réalisés :
9. mise à la terre du camion effective,
1. liaison électrique sonde anti-débordement



**Figure 51 : Bras de chargement** 3 e

réalisée,

2. collecteur de COV raccordé à une URV
3. quantité programmée en adéquation avec livraison demandée.

Sur ce dernier point, l'emploi d'un automate de chargement est extrêmement courant.

Des BAU sont installés à divers endroits (le plus proche généralement relatif à l'isolement de l'îlot touché par un dysfonctionnement). En agissant sur l'arrêt des pompes, BAU peut bloquer toutes les opérations de transfert (autres îlots).

## **CONCLUSION**

Ce chapitre comporte deux parties : la première a révélé qu'il existe de nombreux types de Bacs différents dans le monde entier, car nous avons abordé certains types qu'il contient.

La deuxième partie concerne la raffinerie d'Adrar ; nous avons présenté la zone de stockage et l'expédition, ainsi que l'ensemble de son fonctionnement et de son système.

Avant tout, nous avons évoqué l'ensemble des réservoirs de la raffinerie, ainsi que leurs capacités et les produits qui y sont stockés. Comme nous avons brièvement discuté de la zone d'expédition en termes de méthode utilisée par la raffinerie pour transférer ses produits.

# Partie pratique

БІЛІМ БІЛІМ

**Chapitre III :**  
**Problème de gonflement au**  
**niveau des réservoirs de**  
**stockage**

### III.1 INTRODUCTION

Les réservoirs de stockage des produits chimiques se dilatent et se contractent en raison des variations de température saisonnières, des changements de pression dus au chargement et au déchargement du contenu dans le réservoir et des vibrations des pompes lors du remplissage et de la décharge du réservoir de stockage. [47]

Le stockage des produits pétroliers est nécessaire au niveau des unités de raffinerie. Ce stockage est assuré par 03 types des bacs : les toits fixes, les toits flottant et les sphères.

La zone aride comme notre région Adrar au sud Algérien montre excellent radiation et gisement solaire très chaud. Ce qui engendre des problèmes de stockage comme le gonflement de robe extérieur des réservoirs.

Dans ce chapitre, nous étudierons le problème de gonflement qui se produit au niveau de la robe de réservoir des hydrocarbures liquide dans les réservoirs existant (des réservoirs à toit fixe et à toit flottant).

1. **autres mots proche au sense de gonflement** : dilatation, extension

### III.2. ETUDE DE PROBLEME

L'American Petroleum Institute a publié le chapitre 12, section 1, partie 1 de son Manuel des normes de mesure du pétrole intitulé « Calcul des quantités statiques de pétrole – Réservoirs cylindriques et navires de marine » en 1996. Cette norme a introduit un changement important dans la façon dont les quantités des réservoirs à terre sont calculées.

Les réservoirs cylindriques New Correction Up right ont des tables de capacité basées sur une température de coque de réservoir spécifique qui est généralement de 60 ° F aux États-Unis.

Si la température réelle enveloppe de la robe du réservoir diffère de la température de l'enveloppe du réservoir du tableau de capacité, les volumes extraits de ce tableau devront être corrigés. [48]

La détermination du facteur d'expansion de la robe est un processus en trois étapes :

1. calculer la température de l'enveloppe du réservoir,
2. déterminer la correction :

Avec la formule suivante :

$$C_{T_{Sh}} = 1 + 2\alpha \Delta T + 2\alpha \Delta T^2 \quad (3.1)$$

Où:

$\alpha$  = coefficient de dilatation linéaire du matériau de la robe du réservoir

$\Delta T$  = température de la robe du réservoir (TSh) moins température de base (TB)

La température de base (TB) est la température de la robe du réservoir pour laquelle les volumes du tableau de capacité ont été calculés.

3. appliquer la correction :

La correction doit être appliquée au volume de la table après qu'il a été corrigé pour l'eau libre et avant toute correction pour le toit flottant, le cas échéant.

### III.3. LES METHODES POUR RESOUDRE CE PROBLEME

En Algérie, les réservoirs sont soumis aux contrôles métrologiques d'état de la qualité – légale et la conservation de cette qualité se font conformément à tout ou partie de l'opération suivante :

1. Agrément des plans en ce qui concerne les caractéristiques métrologiques des réservoirs ;
2. Vérification primitive (avant la première mise en service) ;
3. Vérification périodique ou re-jaugeage en service (chaque 10 an).

Ces opérations sont effectuées par l'ONML (OFFICE NATIONAL DE METROLOGIE LEGALE) et peuvent être exécutés par l'un des méthodes suivantes :

1. méthode géométrique.
2. méthode volumétrique.
3. méthode mixte.

L'ONML utilise la méthode mixte pour le jaugeage de réservoir cylindrique vertical de stockage. Elle consiste à utiliser une méthode géométrique pour les volumes correspondants à l'enveloppe ou la robe du réservoir et la méthode volumétrique pour les volumes correspondants au fond du réservoir. [49]

### III.4. CALCUL DE GONFLEMENT

Il convient d'ajuster les capacités, corrigées, si approprié, pour tenir compte de la dilatation que provoquera la charge hydrostatique exercée par le liquide que le réservoir contiendra en service. Il est recommandé d'effectuer ces corrections en appliquant les équations suivantes:



$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{(3.64 \cdot 10^{-10} \cdot D_{moy} \cdot H_{tt})}{2 \cdot E_{moy}} \geq 50 \cdot 10^{-3} \quad (3.2)$$

tranche	hauteur partielle en mm	hauteur cumulée en mm	épaisseur en mm	diamètre intérieure en mm	volume brute partielle en dm <sup>3</sup>	ajouter ou à déduire en dm <sup>3</sup>	volume net partiel en dm <sup>3</sup>	volume centimétrique	volume cumulé
								partiel en dm <sup>3</sup>	en dm <sup>3</sup>
fond	510	510			163208		163208		163208
pré-virole	414	924	43	14301,00	66500,157	0	66500,157	1606	229708
virole n°1	2695	3619	16,3	14301,00	432893,532	0	432893,532	1606	662602
virole n°2	2695	6314	14,9	14301,00	432893,532	0	432893,532	1606	1095496
virole n°3	2695	9009	13,6	14301,00	432893,532	0	432893,532	1606	1528390
virole n°4	2695	11704	12,3	14301,00	432893,532	0	432893,532	1606	1961284
virole n°5	2695	14399	11,0	14301,00	432893,532	0	432893,532	1606	2394178

**Tableau III.1 : Barème de jaugeage par zone**

**Remarque :** Barème donnant le volume en décimètres cubes du liquide existant dans le réservoir en fonction de la hauteur de plein en centimètres du niveau de ce liquide au-dessus du plein de la verticale de pige repérée au plan par la hauteur témoin : 19724 mm

m	dm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	243022	244628	246234	247840	249446	251052	252658	254264	255870	257476
	1	259082	260688	262294	263900	265506	267112	268718	270324	271930	273536
	2	275142	276748	278354	279960	281566	283172	284778	286384	287990	289596
	3	291202	292808	294414	296020	297626	299232	300838	302444	304050	305656
	4	307262	308868	310474	312080	313686	315292	316898	318504	320110	321716

5	323322	324928	326534	328140	329746	331352	332958	334564	336170	337776
6	339382	340988	342594	344200	345806	347412	349018	350624	352230	353836
7	355442	357048	358654	360260	361866	363472	365078	366684	368290	369896
8	371502	373108	374714	376320	377926	379532	381138	382744	384350	385956
9	387562	389168	390774	392380	393986	395592	397198	398804	400410	402016

**Tableau III.2:Tableau de barème de 1 mètre**

**Les calculs :**

On a :

**Hauteur totale témoin :  $HTT = 19724 \text{ mm}$**

**Diamètre moyen :  $D_{moy} = \frac{D_{interieur}}{2} = \frac{14301}{2} = 7150.5 \text{ mm}$  (3.3)**

**Epaisseur moyen :  $E_{moy} = \frac{\text{épaisseur}}{2}$  (3.4)**

**Donc : on calcule le gonflement du fond :**

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{3.64 \times 10^{-10} \times \left(\frac{0}{2}\right) \times 19724}{2 \times \left(\frac{0}{2}\right)} \Rightarrow \frac{\Delta v}{v} \times 0 = 0 \text{ donc } 0 \leq 50.10^{-3} \quad (3.5)$$

**Le résultat : il y a aucun gonflement**

Tranche	HTT mm	D <sub>moy</sub> mm	E <sub>moy</sub> mm	Gonflement	Résultat
fond		0	0	0	
Pré-virole			21.5	0.0012	<b>Aucun gonflement</b>
Virole n°1			8.15	0.0031	
Virole n°2	19724	7150.5	7.45	0.0034	
Virole n°3			6.8	0.0037	
Virole n°4			6.15	0.0041	
Virole n°5			5.5	0.0046	

**Tableau III 3: Calcule de gonflement pour chaque virole**

**III.5. MESURE ET DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRES DE STOCKAGE**

**1. Méthode par ceinturage**

La présente partie de l'ISO 7507 spécifie une méthode permettant de jauger les réservoirs cylindriques pratiquement verticaux par mesurage avec un ruban de ceinturage.

Cette méthode connue sous le nom de «méthode par ceinturage» convient tant comme méthode de travail que comme méthode de référence ou encore comme méthode d'arbitrage.

Les opérations de ceinturage à mettre en œuvre ainsi que les corrections et les calculs à effectuer pour élaborer un barème de jaugeage de réservoir sont décrits.

La présente méthode ne s'applique pas aux réservoirs anormalement déformés, par exemple les réservoirs bosselés ou non circulaires.

Cette méthode convient pour les réservoirs dont l'inclinaison par rapport à la verticale n'excède pas 3 %, à condition qu'une correction soit apportée aux calculs pour tenir compte de l'inclinaison mesurée. [50]

## **2. Obligations tenant aux installations**

### **1. Aménagement des installations de stockage**

Les bacs destinés au stockage des huiles minérales doivent répondre aux prescriptions ci-après:

1. posséder, dans leur partie supérieure, un ou plusieurs orifices de jaugeage ;
2. être pourvues d'escaliers à plan incliné et munis de rambardes, de passerelles, de garde-corps et de plates-formes réglementaires permettant un accès facile et en toute sécurité aux orifices de pige ;
3. être individualisés par un numéro ou une lettre, peint ou gravé en un endroit visible, l'indication de contenance devant figurer à côté de ce repéré. La plaque d'identification de jaugeage placée à côté de la verticale de pige de référence doit mentionner la hauteur totale témoin (HTT).

### **1. Jaugeage des réservoirs :**

Les bacs doivent avoir été jaugés (vérification primitive) par le service de la métrologie et être munis d'un barème de jaugeage en cours de validité. Une vérification périodique (ré jaugeage) est obligatoire tous les dix ans pour tous les récipients-mesures de produits finis et semi-finis. Si le bac a subi un accident ou a été détérioré, il doit subir une vérification primitive après réparation ou modification. L'opération de jaugeage conduit à la délivrance des documents suivants:

1. un certificat de jaugeage sur lequel apparaissent notamment les informations ci-après :

2. identification de la DRIRE (à court terme, de l'organisme) ayant établi le certificat de jaugeage ;
3. identification de l'organisme de jauge accrédité (OJA) ;
4. numéro de certificat, limite de validité (10 ans) ;
5. numéro de BAC ;
6. HTT (hauteur total témoin) ;
7. caractéristiques principales du réservoir ;
8. un barème ou table des volumes (correspondance hauteur/volume) ;
9. une table d'interpolation millimétrique ou décimétrique ;
10. pour les réservoirs à toit flottant: une table de correction de toit flottant en fonction de la masse volumique du produit à température sous le toit flottant ;
11. une table de fond.

#### 1. **Description des réservoirs**

Les réservoirs utilisés pour le stockage des huiles minérales sont généralement des cylindres verticaux, dont il existe plusieurs types.

##### 1. **Fond des récipients**

Il peut être plat, convexe ou concave (ANNEXE V)

##### 2. **Toit des récipients**

Il peut être fixe ou flottant. Les toits flottants sont utilisés pour les produits légers. Ils montent et descendent en fonction du niveau du produit permettant de limiter les pertes dues à l'évaporation. Pour les récipients à toit fixe, des écrans flottants peuvent être installés à l'intérieur pour les mêmes raisons.

##### 3. **Orifices de pige**

Conformément à la norme NF M 08-020, les récipients d'un diamètre supérieur à 3 mètres doivent être dotés en leur partie supérieure, de deux verticales de pige et ceux d'un diamètre supérieur ou égal à 10 mètres de trois verticales de pige.

### **1. La verticale de pige de référence**

Celle-ci est identifiée par l'apposition à son côté de la plaque DRIRE (ANNEXE VI). La verticale de pige de référence permet l'accès au tube de guidage appelé plus communément « tube de jauge ». Cette verticale est utilisée pour déterminer la hauteur de produit en bac,

La plaque de touche permettant d'effectuer les mesurages est située à l'extrémité basse du tube de guidage, dans le bac, et est fixée soit à la robe du bac, soit au tube même. La hauteur totale témoin (HTT) est la distance comprise entre la plaque de touche et le bord supérieur de la verticale de pige. (ANNEXE XVI)

### **2. La verticale de pige centrale**

Elle peut être utilisée pour déterminer la température et la masse volumique du produit en bac. Cette verticale permet de prélever l'échantillon le plus représentatif du produit en bac. C'est également par cette verticale que sera décelée la présence d'eau dans le bac pour les récipients à fond concave.

### **3. La verticale de pige latérale**

Elle se situe à l'opposé de la verticale de pige de référence. Elle permet la multiplication des points de prise de température lorsque l'on souhaite effectuer une moyenne des relevés sur les trois verticales de réservoir. Elle permet également de détecter la présence d'eau dans les bacs à fond convexe.

## **12. Obligations tenant aux instruments de mesure**

### **1. Compteurs et jaugeurs automatiques**

Les compteurs et jaugeurs automatiques sont soumis à vérification primitive avant leur première mise en service par un organisme désigné à cet effet par le ministre chargé de l'industrie, ou à défaut par la DRIRE, qui appose un poinçon. Les compteurs et jaugeurs automatiques sont également soumis à des vérifications périodiques annuelles.

### **2. Autres instruments (utiles) de mesure**

1. Pour la détermination de la hauteur d'huiles minérales:

1. un ruban gradué (ANNEXE VII) adapté à la hauteur du récipient mesure. Ce ruban doit avoir une graduation lisible et ne pas comporter de l'élément. Le lest gradué ne doit pas être écrasé dans sa partie inférieure. Les unités de longueur doivent correspondre à celles du système international (SI) ; Le ruban gradué constitue une mesure de longueur et à ce titre est soumis au contrôle métrologique comprenant l'examen du type et la vérification primitive ;
  2. une barrette pour le mesurage par le creux ;
  3. une pâte réactive aux hydrocarbures ainsi qu'une pâte détectrice d'eau, non périmées. Pour la mesure de la température des produits ;
  4. une sonde électronique portative dont le modèle a été autorisée par l'administration.
1. Pour la détermination de la masse volumique des produits:
    1. un ou plusieurs aréomètres, selon les produits concernés ;
    2. un thermomètre à dilatation de liquide ;
    3. une éprouvette transparente.
    4. Instruments permettant la prise d'échantillon

## **5. Méthode de mesurage**

Les opérations de mesurage sont effectuées vannes de pied de bac de sortie ouvertes. La méthode décrite ci-après a pour but de déterminer la quantité de produit contenu dans un bac à la température de référence de 15° C. A cette fin, trois opérations de mesure sont nécessaires :

1. le relevé de la hauteur du produit et, le cas échéant, de l'eau présente dans le bac.
2. le relevé de la température du produit
3. le relevé de la masse volumique du produit à température.

Les données ainsi relevées à température ambiante permettent ensuite d'obtenir, par conversion et calcul, le volume de produit à 15 °C.

### **1. Relevé de la hauteur de produit**

Le relevé des quantités de produit dans le bac considéré est un élément déterminant du mesurage. Il est effectué par la mesure du niveau de produit présent dans le réservoir.

## **1. Méthodes**

### **1. Mesure du niveau**

La mesure du niveau de liquide dans un réservoir à l'aide d'un ruban lesté peut se faire selon deux méthodes:

1. le mesurage dit « par le creux » (ANNEXE VIII) c'est-à-dire le mesurage par calcul de la différence entre le liquide et la hauteur totale témoin du bac (HTT)
2. le mesurage dit « par le plein » (ANNEXE X) c'est-à-dire le mesurage à partir de la hauteur de produit observée entre la plaque de touche et la surface du liquide.

Dans les deux cas, une pâte détectrice est utilisée pour obtenir une trace nette du niveau d'hydrocarbures sur le lest ou le ruban. La méthode de mesurage par le creux est préconisée car elle permet d'éviter certains aléas tels que la déformation de la plaque de touche ou la présence de dépôts de rouille ou de sédiments sur cette plaque qui conduisent à une inclinaison de la carotte. Par ailleurs, il est recommandé d'effectuer plusieurs mesures afin de confirmer le résultat et plus si nécessaire, jusqu'à ce que deux mesures successives soient semblables.

### **1. Mesure du produit par le creux**

Il y a lieu successivement:

1. d'estimer la hauteur approximative ( $h'$ ) entre la plaque de touche et le niveau du liquide au moyen du jaugeur fixe ;
2. de calculer le creux approximatif ( $d'$ ) de la manière suivante :

$$d' = HT_T - h' \quad (3.3)$$

Ou de le déterminer par l'utilisation d'une sonde électronique portative de détection du niveau

3. d'introduire le ruban dans une barrette de jaugeage et de la bloquer à la longueur correspondant au **creux + 100** aux millimètres. On est ainsi assuré d'obtenir la trace d'enfoncement vers le milieu du lest, près de la graduation 100 mm ;
4. de recouvrir le lest de pâte détectrice d'hydrocarbures sur 100 à 150 mm environ ;
5. de mesurer l'enfoncement du lest dans le liquide (**e**) en prenant la précaution de ralentir la descente du ruban lorsque la barrette se trouve à environ 1 *cm* au-dessus du bord supérieur du tube guide ;
6. de calculer le creux réel (**d**) de la façon suivante :

$$d = d' + 100 - e. \quad (3.4)$$

7. de déterminer la hauteur (**h**) du produit selon la formule:

$$h = HT_T - d \quad (3.5)$$

La mesure du produit par le creux peut être effectuée à l'aide d'une sonde électronique portable. Toutefois, en cas de divergences ou de contestation, le mesurage retenu sera le mesurage manuel par le ruban

### 1. Mesure du produit par le plein

Il y a lieu successivement :

1. d'estimer la hauteur approximative entre la plaque de touche et le niveau du liquide au moyen du jaugeur fixe ;
2. d'appliquer sur le ruban lesté de la pige à la hauteur estimée et sur environ 100 mm une pâte détectrice qui se colore au contact du produit ;
3. d'introduire lentement le ruban dans l'orifice de jauge du bac jusqu'à ce que le lest entre en contact avec la plaque de touche située à la verticale du trou de jauge au fond du bac. Le ruban lesté de la pige doit être maintenu à la verticale au centre du trou de jauge et remonté rapidement dès contact (1 seconde) avec la plaque de touche ;
4. de lire la hauteur de produit une fois le ruban remonte.

Il est recommandé de procéder à deux mesures pour confirmer le résultat et plus, si nécessaire,



## **1. Présence d'eau au fond des bacs**

Les bacs d'hydrocarbures peuvent contenir des volumes d'eau plus au moins importants.

Cette présence d'eau ne peut être détectée qu'à l'aide du ruban métallique dont le lest est enduit de pâte réactive spécifique pour l'eau. La présence d'eau doit normalement être détectée à l'orifice de référence et à l'orifice auxiliaire approprié. S'agissant de bacs à fond convexe, la détection d'eau s'effectue aux orifices latéraux. Pour les bacs à fond concave, le contrôle a lieu à l'orifice central qui permet d'atteindre le point le plus bas du réservoir. L'eau ne peut être assimilée à du produit. Par conséquent, le volume d'eau sera déduit du volume de produit brut. En cas de présence d'eau, il est donc recommandé de procéder à la purge de cette eau avant mesurage. Les titulaires d'entrepôt sont, par ailleurs, invités à opérer régulièrement la purge de leurs bacs.

## **2. Relevé de la température**

### **1. Matériels**

Les prises de température s'effectuent de préférence à l'aide d'une sonde électronique portative de température. Avant toute utilisation de cet instrument, il est procédé au point test des piles. A défaut de sonde électronique portative de température, un thermomètre à dilatation de liquide sera utilisé. Le thermomètre à mercure de pied de bac affiche la température à 1 m de la robe du bac. Cette mesure, si elle peut être utilisée dans la gestion quotidienne de l'entrepôt, n'est pas considérée comme suffisamment représentative pour être utilisée lors des contrôles.

### **2. Méthodes**

La norme ISO 4268 (mesurage des températures) préconise de commencer les mesures de température par la partie haute du réservoir puis de descendre progressivement le thermomètre et non de commencer par le bas afin de ne pas perturber les couches de produit qui vont être traversées par le thermomètre. Deux méthodes de prise de température sont envisageables:

5. La prise de température en plusieurs points du produit, c'est-à-dire tous les mètres en commençant par le haut du bac. La température définitive du produit sera obtenue en calculant la moyenne arithmétique des températures relevées. Cette méthode sera utilisée en priorité lorsque des variations importantes de température sont susceptibles

d'être constatées notamment sur une même verticale (présence de stratifications dues à des réceptions récentes) ;

6. la prise de température en trois points du produit. La norme ISO 4268 préconise de mesurer les températures à cinq, sixièmes, un demi et un sixième de la hauteur du liquide (soit au milieu de chaque tiers). Le relevé de température doit être aussi précis que possible. Quelle que soit la méthode retenue, il convient d'attendre que le chiffre affiché sur la sonde soit stabilisé avant de le relever définitivement. Par ailleurs, la partie capteur du thermomètre doit rester immergée longuement dans le produit afin de permettre la mise à température et d'obtenir un résultat significatif. En tout état de cause, un contrôle de cohérence par comparaison entre les températures relevées au moyen de thermomètres fixes sur le BAC et les températures relevées avec thermomètres portatifs est toujours possible. Cependant, cette comparaison ne peut être qu'indicative et jamais décisive.

#### **1. Relevé de la masse volumique à température**

La masse volumique d'un produit correspond à la masse de produit par unité de volume exprimée en  $kg/m^3$ . Bien que la détermination de la masse volumique du produit ne soit pas de même importance que la prise de température dans l'ensemble des opérations de mesurage. Elle doit néanmoins être effectuée avec soin sur un échantillon représentatif du produit mesuré.

#### **1. Matériels**

Il sera fait usage d'un aréomètre en verre étalonné à **15 °C** (précision de **1 à 1.5 kg/m<sup>3</sup>**) et d'un thermomètre à dilatation de liquide.

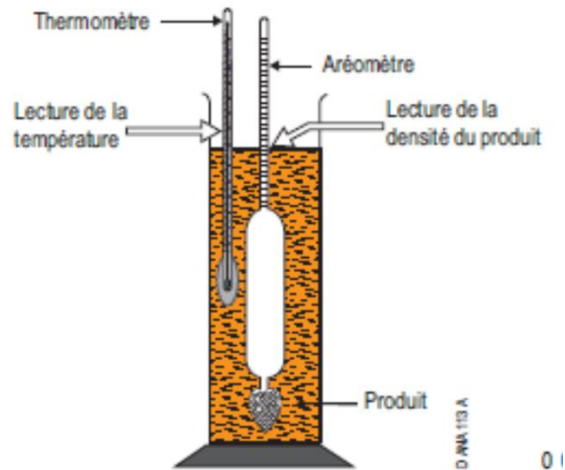


Figure III 1 : l'lecture aréométrique

## 2. Méthodes

### 1. Méthode d'aéromètre (NF T 60-101) :

La lecture de la masse volumique à température s'effectue généralement à partir de l'échantillon de produit prélevé à l'orifice central du bac, transvasé dans une éprouvette en verre dans laquelle seront également placés le densimètre ou l'aréomètre ainsi que le thermomètre à dilatation de liquide. Le transvasement dans une éprouvette n'est pas nécessaire lorsque l'on utilise une éprouvette densité température. Les mesures se font alors directement dans l'éprouvette. La lecture de l'aréomètre s'effectue au niveau de la surface plane du liquide et non pas au niveau de l'aréomètre même où se forme parfois un « ménisque ». La lecture de l'aréomètre et du thermomètre sont simultanées. La lecture de la masse volumique à température est effectuée dans les locaux de l'entrepôt. Comme précédemment pour les opérations de mesurage de température, les mesures de densité sont effectuées de manière contradictoire en présence du titulaire de l'entrepôt ou de son représentant. ( ANNEXE IX)

7. La masse volumique en kg/l s'exprime par les mêmes chiffres que la densité du produit par rapport à l'eau à 4°C.

### 8. Calcul du volume de produit à 15°C

Pour obtenir ce volume, plusieurs opérations successives sont nécessaires. Lors des contrôles, les conversions et calculs sont effectués manuellement. Un programme informatique peut également être utilisé. Des écarts entre les résultats donnés par ordinateur et ceux obtenus par calculs à l'aide des tables de conversion peuvent alors apparaître. Toutefois, ces écarts doivent demeurer minimes. A défaut, les calculs manuels priment sur les calculs informatiques, même si les titulaires d'entrepôt peuvent utiliser, dans leur gestion quotidienne, un programme informatisé.

### **1. Conversion de la masse volumique à 15° C**

Après avoir relevé la hauteur de produit dans le bac ainsi que la température du produit et sa masse volumique à température, il convient de déterminer la masse volumique à 15 °C du produit mesuré. La masse volumique à 15 °C est déterminée à l'aide de la table **ASTM 53 B** (ANNEXE III) à partir de la masse volumique à température de l'échantillon et de la température de l'échantillon.

9.  $d_4^{15}$  est la densité du produit à 15°C par rapport à l'eau à 4°C. Elle correspond à la masse volumique à 15°C
10.  $d_4^t$  est la densité du produit à t°C par rapport à l'eau à 4°C Elle correspond à la masse volumique à t°C.

### **1. Application d'un facteur de correction**

Pour calculer le volume à 15 °C du produit présent dans le bac, il convient ensuite de déterminer un facteur de correction du volume au moyen de la table **ASTM 54 B** (ANNEXE IV)

Celui-ci est obtenu à partir de la masse volumique à 15 °C et de la température du produit en BAC.

## **2. Détermination du volume de produit à température**

### **1. Lecture de la table des volumes**

La détermination du volume du produit à température (pour l'application du facteur de correction) est effectuée à partir de la hauteur de produit relevé (en millimètre) et en utilisant la table des volumes (en mètres cubes) annexée au certificat de jaugeage du bac considéré.

## **2. Correction éventuelle du toit flottant**

La présence d'un toit flottant sur le bac impose l'application d'une correction des hauteurs mesurées sur ce bac ou des volumes déterminés à partir des hauteurs, afin de tenir compte de l'enfoncement du toit dans le produit. Ces corrections s'effectuent à l'aide de tables de correction annexées au barème de jaugeage à partir de la masse volumique du produit à température.

## **3. Correction due à la présence éventuelle d'eau**

Lorsqu'une présence d'eau a été détectée et dans l'impossibilité de purger le BAC, le volume d'eau doit être déduit du volume de produit. Seul le volume constaté au-dessus de la plaque de touche peut être accepté en déduction, sauf en cas de présence d'un barème de fond qui permet de déduire la quantité d'eau mesurée à l'orifice auxiliaire approprié. Le volume d'eau qui doit alors être déduit du stock physique est lu sur le barème. La détermination du volume final du produit à température est effectuée avec application (en plus ou en moins) de la correction du toit flottant et de la correction du volume d'eau.

### **3. Détermination du volume à 15°C**

Le volume du produit à 15 °C ( $V_{15}$ ) est obtenu en multipliant le volume à température ( $V_t$ ) par le facteur de correction (VCF) :

$$V_{15} = V_t \times VCF \quad (3.6)$$

A l'issue d'un recensement, l'ensemble des relevés et calculs sont consignés dans un tableau de synthèse qui sera annexé au procès-verbal de constat

## **11. DETERMINATION DE LA MASSE COMMERCIALE**

Pour les produits taxables à la masse, la taxe est assise sur la masse commerciale exprimée en Kilogrammes. La masse commerciale (MC) correspond à la masse d'un produit pétrolier corrigée de la poussée de l'air. Elle est obtenue:

12. par pesée.

13. par la conversion du volume à 15 °C ( $V_{15}$ ) par application de la formule ci-après :

$$MC = V_{15} \times (D_{15} - 1,1) \quad (3.7)$$

Ainsi, les mesures en volume sont ramenées aux conditions d'une pesée.

#### **14. CALCUL DU VOLUME A 15 °C A PARTIR D'UNE PESEE**

Le volume à 15 °C d'une huile minérale peut également être obtenu à partir d'une pesée.

La formule est la suivante :

$$V_{15} = \frac{MC}{D_{15}-1.1} \quad (3.8)$$

### **CONCLUSION**

Dans ce chapitre nous avons présenté toutes les étapes à suivre pour faire le barème des réservoirs de stockage des produits pétroliers. Cette méthode est approuvée par l'office national de métrologie légale et selon les normes internationales...

L'opération de barème est indispensable et rendre les réservoirs significatif et actif.

## **CONCLUSION GENERAL:**

---

Le stockage des ressources énergétiques est non seulement nécessaire pour compenser les fluctuations d'approvisionnement dues à toutes sortes d'aléas lors de la production, du transport et du raffinage, ou les variations de la consommation, qui dépendent notamment des conditions météorologiques. Il concerne le pétrole brut, les charges, les coupes intermédiaires et les produits finis avant expédition.

L'objectif de ce travail est de réaliser des barèmes des réservoirs de stockage qui prennent en considération le gonflement et les dilatations des robes et de matériau acier en construction de bacs de stockage à l'extérieur.

De plus, ce travail contient 03 chapitres :

15. Le premier chapitre : nous avons parlé sur la raffinerie d'Adrar, nous mentionnons également ses unités et leurs rôles ainsi que les zones les plus importantes de celle-ci telles que la zone de production et la zone de stockage...etc. Plus de ça Les réserves de pétrole sont abondantes et une réglementation stricte de cette industrie est fortement conseillée pour assurer la sécurité des travailleurs et de l'environnement
16. Deuxième chapitre : Ce chapitre comporte deux parties :
17. La première a révélé qu'il existe de nombreux types de Bacs différents dans le monde entier, car nous avons abordé certains types qu'il contient.
18. La deuxième partie concerne la raffinerie d'Adrar ; nous avons présenté la zone de stockage et l'expédition, ainsi que l'ensemble de son fonctionnement et de son système.

Avant tout, nous avons évoqué l'ensemble des réservoirs de la raffinerie, ainsi que leurs capacités et les produits qui y sont stockés. Comme nous avons brièvement discuté de la zone d'expédition en termes de méthode utilisée par la raffinerie pour transférer ses produits

1. Troisième chapitre : nous avons présenté toutes les étapes à suivre pour faire le barème des réservoirs de stockage des produits pétroliers. Cette méthode est approuvée par l'office national de métrologie légale et selon les normes internationales...

L'opération de barème est indispensable et rendre les réservoirs significatif et actif.

Comme nous avons appris comment faire le barème avec la méthode approuvée par l'ONML et la valeur de gonflement ne dépasse pas  $50.10^{-3}$

Comme perspective de ce travail nous proposons de réaliser une comparaison entre cette méthode barème et la méthode optique selon la norme iso7507.



# ANNEXE

## ANNEXE I

Limite de validité : 2016

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RESTRUCTURATION

**ANNEXE AU CERTIFICAT DE JAUGEAGE**

OFFICE NATIONAL DE METROLOGIE LEGALE      RESERVOIR : T 30206      BORALCHIN SBAA ADPAA

ANTENNE : MILA

Echelle graduée en litres ou décimètres cubes ou litres métriques dans un réservoir en fonction de la hauteur en millimètres ou centimètres  
ou litres de la liqueur au-dessus du point de la verticale de jauge reporter au plus près la hauteur lue

16344 mm      1<sup>er</sup> Feuille

HAUTEUR		VOLUMES EN DECIMETRES CUBES POUR HAUTEURS EN CENTIMETRES A 20° C									
M	DM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0			33 844	36 111	38 379	40 646	42 914	45 181	47 448	49 716
	1	51 983	54 250	56 518	58 785	61 053	63 320	65 587	67 855	70 122	72 389
	2	74 657	76 924	79 192	81 459	83 726	85 994	88 261	90 529	92 796	95 063
	3	97 331	99 598	101 865	104 133	106 400	108 668	110 935	113 202	115 470	117 737
	4	120 005	122 272	124 539	126 807	129 074	131 341	133 609	135 876	138 144	140 411
	5	142 678	144 946	147 213	149 480	151 748	154 015	156 283	158 550	160 817	163 085
	6	165 352	167 620	169 887	172 154	174 422	176 689	178 956	181 224	183 491	185 759
	7	188 026	190 293	192 561	194 828	197 096	199 363	201 630	203 898	206 165	208 432
	8	210 700	212 967	215 235	217 502	219 769	222 037	224 304	226 571	228 839	231 106
	9	233 374	235 641	237 908	240 176	242 443	244 711	246 978	249 245	251 513	253 780
1	0	256 047	258 315	260 582	262 850	265 117	267 384	269 652	271 919	274 187	276 454
	1	278 721	280 989	283 256	285 523	287 791	290 058	292 326	294 593	296 860	299 128
	2	301 395	303 662	305 930	308 197	310 465	312 732	314 999	317 267	319 534	321 802
	3	324 069	326 336	328 604	330 871	333 138	335 406	337 673	339 941	342 208	344 475
	4	346 743	349 010	351 278	353 545	355 812	358 080	360 347	362 614	364 882	367 149
	5	369 417	371 684	373 951	376 219	378 486	380 753	383 021	385 288	387 556	389 823
	6	392 090	394 358	396 625	398 893	401 160	403 427	405 695	407 962	410 229	412 497
	7	414 764	417 032	419 299	421 566	423 834	426 101	428 369	430 636	432 903	435 171
	8	437 437	439 703	441 970	444 236	446 502	448 768	451 034	453 301	455 567	457 833
	9	460 099	462 366	464 632	466 898	469 164	471 430	473 697	475 963	478 229	480 495
2	0	482 761	485 028	487 294	489 560	491 826	494 093	496 359	498 625	500 891	503 157
	1	505 424	507 690	509 956	512 222	514 489	516 755	519 021	521 287	523 553	525 820
	2	528 086	530 352	532 618	534 884	537 151	539 417	541 683	543 949	546 216	548 482
	3	550 748	553 014	555 280	557 547	559 813	562 079	564 345	566 612	568 878	571 144
	4	573 410	575 676	577 943	580 209	582 475	584 741	587 007	589 274	591 540	593 806
	5	596 072	598 339	600 605	602 871	605 137	607 403	609 670	611 936	614 202	616 468
	6	618 735	621 001	623 267	625 533	627 799	630 066	632 332	634 598	636 864	639 130
	7	641 397	643 663	645 929	648 195	650 462	652 728	654 994	657 260	659 526	661 793
	8	664 059	666 325	668 591	670 858	673 124	675 390	677 656	679 922	682 189	684 455
	9	686 721	688 987	691 253	693 520	695 786	698 052	700 318	702 585	704 851	707 117

## ANNEXE II

- REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE -

Limite de validité : 2016

BAREME DE JAUGE PAR ZONE

RESERVE : 1 2016

SOPALORIN  
SBAH AUBAN

OFFICE NATIONAL DE METEOROLOGIE LEGALE  
ANTENNE : MILA

TRANCHES	Hauteurs partielles en mm	Hauteurs cumulées en mm	Epais. en mm	Diamètres intérieurs en mm	Volumes bruts partiels en dm3	VOLUMES à ajouter/Déduire en dm3	Volumes nets partiels en dm3	Volume Centin. partiels en dm3	Volumes cumulés en dm3
Fond	20	20			33 844.00		33 844.00		33 844.00
Virole n° 1	1 772	1 792	10.30	16 987.11	401 599.11	181.04	401 780.15	2 267.38233	435 624.15
Virole n° 2	1 985	3 777	9.20	16 985.37	449 780.06	64.09	449 844.15	2 266.21738	885 468.30
Virole n° 3	1 980	5 757	8.00	16 983.98	448 573.80	124.21	448 698.01	2 266.15156	1 334 166.31
Virole n° 4	1 980	7 737	7.20	16 984.18	448 584.33	192.23	448 776.56	2 266.54828	1 782 942.87
Virole n° 5	1 985	9 722	6.50	16 983.10	449 659.78	268.40	449 928.18	2 266.64070	2 232 871.05
Virole n° 6	1 980	11 702	6.10	16 989.72	448 877.14	350.13	449 227.27	2 268.82459	2 682 098.32
Virole n° 7	1 985	13 687	6.40	16 992.21	450 142.46	434.12	450 576.58	2 269.90720	3 132 674.90
Virole n° 8	1 950	15 637	5.60	16 936.73	442 444.04	503.81	442 947.85	2 271.53763	3 575 624.75

Fait à : MILA , le : 18/12/06

### ANNEXE III

#### Extrait des Tables ATSM 53 B et 54 B

TABLE 53 B -- PRODUITS RAFFINES  
CONVERSION A 15°C DE LA MASSE VOLUMIQUE

Temp. en °C	MASSE VOLUMIQUE OBSERVEE										Temp. en °C	
	753.0	755.0	757.0	759.0	761.0	763.0	765.0	767.0	769.0	771.0		773.0
12.00	750.4	752.4	754.4	756.4	758.4	760.4	762.4	764.4	766.4	768.4	770.4	12.00
12.25	750.6	752.6	754.6	756.6	758.6	760.6	762.6	764.6	766.6	768.6	770.6	12.25
12.50	750.8	752.8	754.8	756.8	758.8	760.8	762.8	764.8	766.8	768.8	770.8	12.50
12.75	751.0	753.0	755.0	757.0	759.0	761.0	763.0	765.0	767.0	769.0	771.0	12.75
13.00	751.2	753.2	755.2	757.2	759.2	761.2	763.2	765.2	767.2	769.2	771.2	13.00
13.25	751.5	753.5	755.5	757.5	759.5	761.5	763.5	765.5	767.5	769.5	771.5	13.25
13.50	751.7	753.7	755.7	757.7	759.7	761.7	763.7	765.7	767.7	769.7	771.7	13.50
13.75	751.9	753.9	755.9	757.9	759.9	761.9	763.9	765.9	767.9	769.9	771.9	13.75
14.00	752.1	754.1	756.1	758.1	760.1	762.1	764.1	766.1	768.1	770.1	772.1	14.00
14.25	752.3	754.3	756.3	758.3	760.3	762.3	764.3	766.3	768.3	770.3	772.3	14.25
14.50	752.6	754.6	756.6	758.6	760.6	762.6	764.6	766.6	768.6	770.6	772.6	14.50
14.75	752.8	754.8	756.8	758.8	760.8	762.8	764.8	766.8	768.8	770.8	772.8	14.75
15.00	753.0	755.0	757.0	759.0	761.0	763.0	765.0	767.0	769.0	771.0	773.0	15.00
15.25	753.2	755.2	757.2	759.2	761.2	763.2	765.2	767.2	769.2	771.2	773.2	15.25
15.50	753.4	755.4	757.4	759.4	761.4	763.4	765.4	767.4	769.4	771.4	773.4	15.50
15.75	753.7	755.7	757.7	759.7	761.7	763.7	765.7	767.7	769.7	771.7	773.7	15.75
16.00	753.9	755.9	757.9	759.9	761.9	763.9	765.9	767.9	769.9	771.9	773.9	16.00
16.25	754.1	756.1	758.1	760.1	762.1	764.1	766.1	768.1	770.1	772.1	774.1	16.25
16.50	754.3	756.3	758.3	760.3	762.3	764.3	766.3	768.3	770.3	772.3	774.3	16.50
16.75	754.5	756.5	758.5	760.5	762.5	764.5	766.5	768.5	770.5	772.5	774.5	16.75
17.00	754.8	756.8	758.8	760.8	762.8	764.8	766.8	768.8	770.8	772.8	774.8	17.00
17.25	755.0	757.0	759.0	761.0	763.0	765.0	767.0	769.0	771.0	773.0	775.0	17.25
17.50	755.2	757.2	759.2	761.2	763.2	765.2	767.2	769.2	771.2	773.2	775.2	17.50
17.75	755.4	757.4	759.4	761.4	763.4	765.4	767.4	769.4	771.4	773.4	775.4	17.75
18.00	755.6	757.6	759.6	761.6	763.6	765.6	767.6	769.6	771.6	773.6	775.6	18.00
18.25	755.9	757.9	759.9	761.9	763.9	765.9	767.9	769.9	771.9	773.9	775.9	18.25
18.50	756.1	758.1	760.1	762.1	764.1	766.1	768.1	770.1	772.1	774.1	776.1	18.50
18.75	756.3	758.3	760.3	762.3	764.3	766.3	768.3	770.3	772.3	774.3	776.3	18.75
19.00	756.5	758.5	760.5	762.5	764.5	766.5	768.5	770.5	772.5	774.5	776.5	19.00
19.25	756.7	758.7	760.7	762.7	764.7	766.7	768.7	770.7	772.7	774.7	776.7	19.25
19.50	757.0	759.0	761.0	763.0	765.0	767.0	769.0	771.0	773.0	775.0	777.0	19.50

\*Valeur extrapolée.

De 753.0 à 773.0  
et de 12.00 à 19.50 °C

# ANNEXE IV

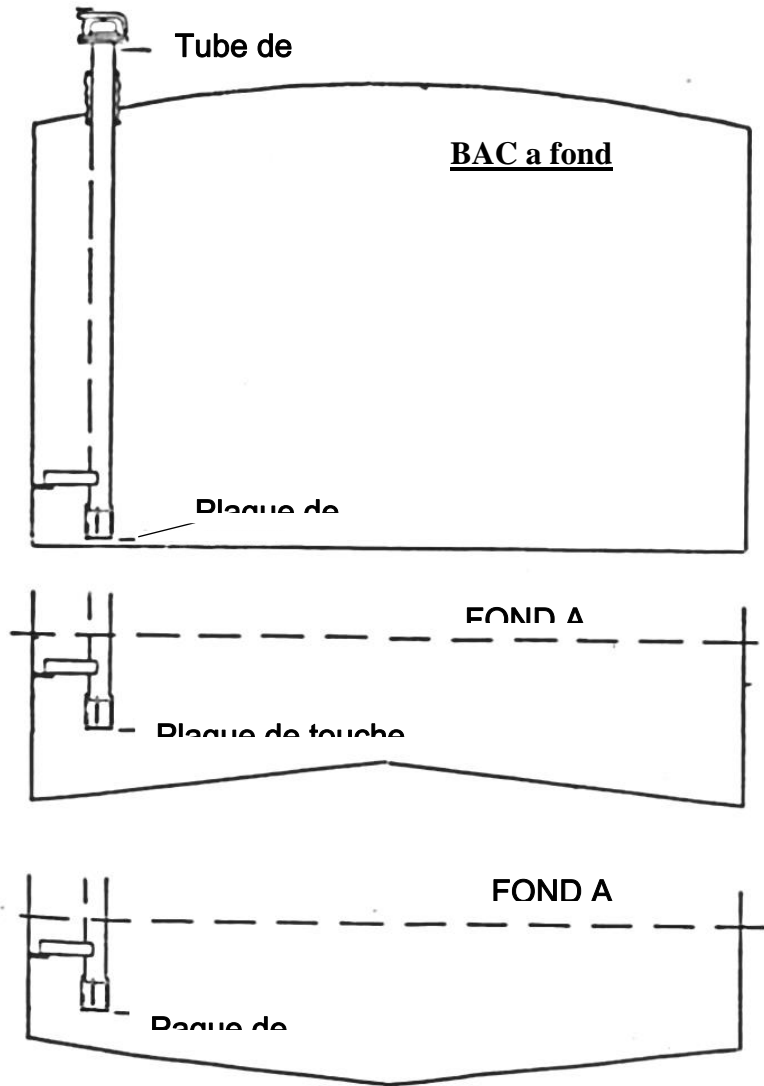
TABLE 54 B -- PRODUITS RAFFINES  
FACTEURS DE CORRECTION A 15°C DES VOLUMES

Temp. en °C	MASSE VOLUMIQUE A 15°C										Temp. en °C	
	750.0	752.0	754.0	756.0	758.0	760.0	762.0	764.0	766.0	768.0		770.0
FACTEURS DE CORRECTION A 15°C DES VOLUMES												
10.00	1.0060	1.0060	1.0059	1.0059	1.0059	1.0059	1.0058	1.0058	1.0058	1.0058	1.0058	10.00
10.25	1.0057	1.0057	1.0056	1.0056	1.0056	1.0056	1.0055	1.0055	1.0055	1.0055	1.0055	10.25
10.50	1.0054	1.0054	1.0053	1.0053	1.0053	1.0053	1.0052	1.0052	1.0052	1.0052	1.0052	10.50
10.75	1.0051	1.0051	1.0050	1.0050	1.0050	1.0050	1.0049	1.0049	1.0049	1.0049	1.0049	10.75
11.00	1.0048	1.0048	1.0047	1.0047	1.0047	1.0047	1.0046	1.0046	1.0046	1.0046	1.0046	11.00
11.25	1.0045	1.0045	1.0044	1.0044	1.0044	1.0044	1.0044	1.0044	1.0044	1.0043	1.0043	11.25
11.50	1.0042	1.0042	1.0041	1.0041	1.0041	1.0041	1.0041	1.0041	1.0041	1.0040	1.0040	11.50
11.75	1.0039	1.0039	1.0038	1.0038	1.0038	1.0038	1.0038	1.0038	1.0038	1.0037	1.0037	11.75
12.00	1.0036	1.0036	1.0035	1.0035	1.0035	1.0035	1.0035	1.0035	1.0035	1.0035	1.0035	12.00
12.25	1.0033	1.0033	1.0032	1.0032	1.0032	1.0032	1.0032	1.0032	1.0032	1.0032	1.0032	12.25
12.50	1.0030	1.0030	1.0030	1.0030	1.0030	1.0029	1.0029	1.0029	1.0029	1.0029	1.0029	12.50
12.75	1.0027	1.0027	1.0026	1.0026	1.0026	1.0026	1.0026	1.0026	1.0026	1.0026	1.0026	12.75
13.00	1.0024	1.0024	1.0024	1.0024	1.0024	1.0023	1.0023	1.0023	1.0023	1.0023	1.0023	13.00
13.25	1.0021	1.0021	1.0021	1.0021	1.0021	1.0021	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020	13.25
13.50	1.0018	1.0018	1.0018	1.0018	1.0018	1.0018	1.0017	1.0017	1.0017	1.0017	1.0017	13.50
13.75	1.0015	1.0015	1.0015	1.0015	1.0015	1.0015	1.0015	1.0015	1.0015	1.0014	1.0014	13.75
14.00	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	1.0012	14.00
14.25	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	14.25
14.50	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	14.50
14.75	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	1.0003	14.75
15.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	15.00
15.25	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	15.25
15.50	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	15.50
15.75	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	15.75
16.00	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	16.00
16.25	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	0.9985	16.25
16.50	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	16.50
16.75	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	16.75
17.00	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	0.9976	17.00
17.25	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	0.9973	17.25
17.50	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	17.50

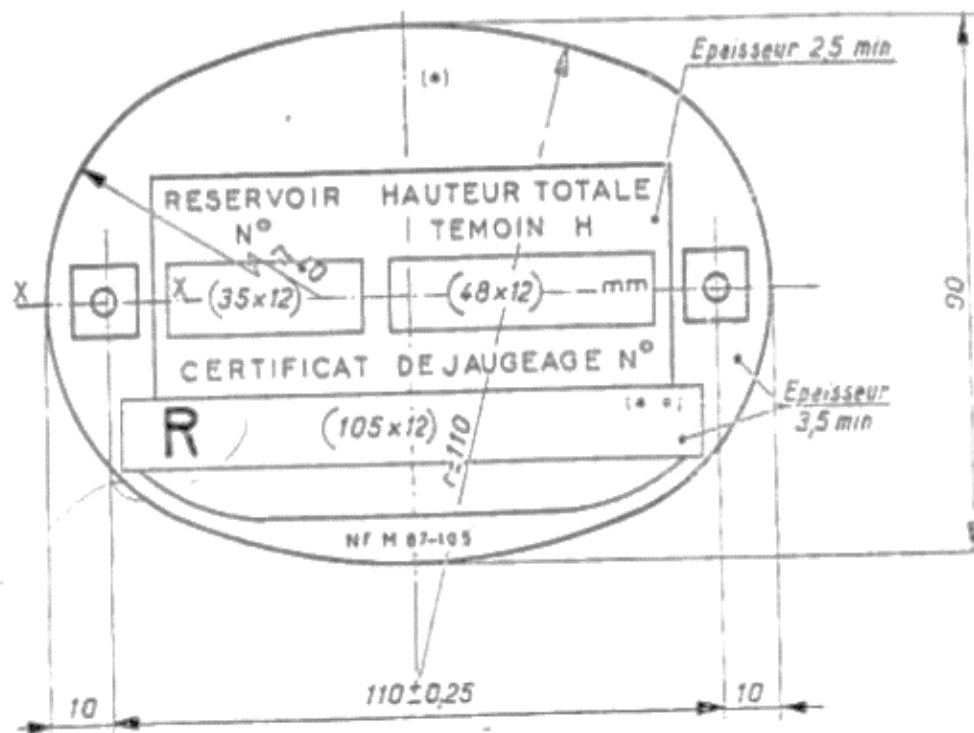
De 760.0 à 770.0  
et de 10.00 à 17.50 °C

\* Valeur extrapolée.

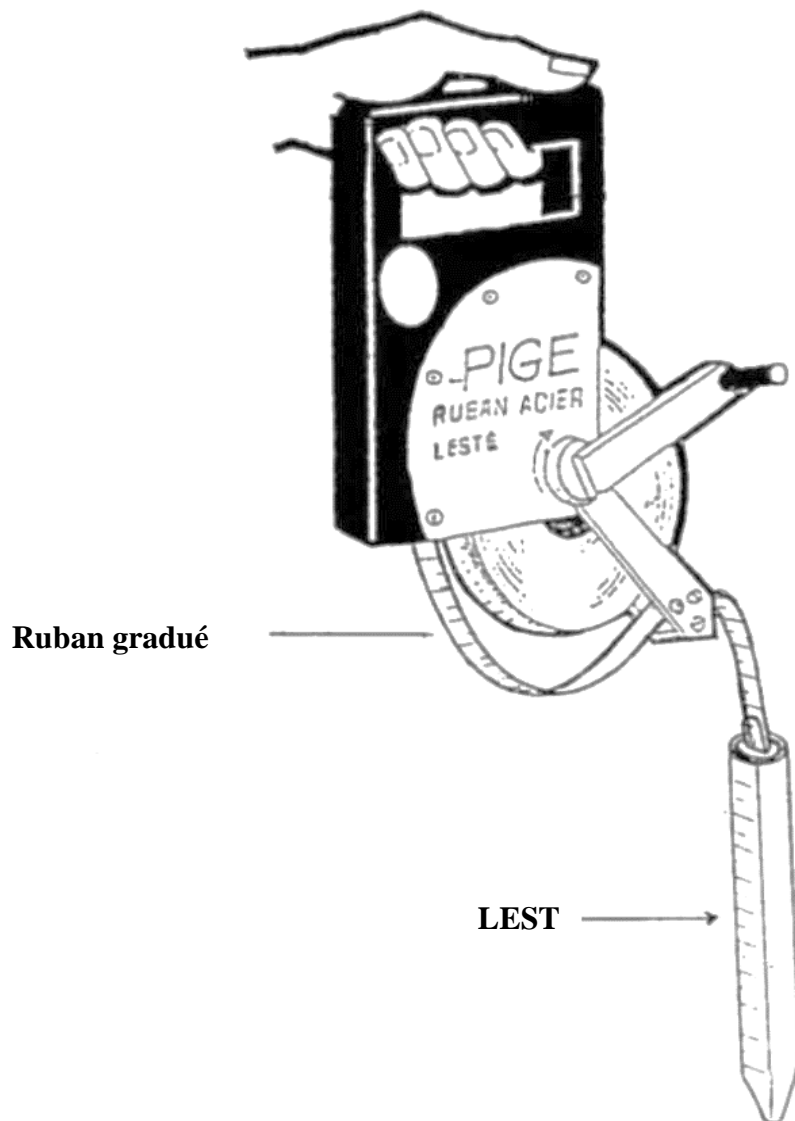
**ANNEXE V**  
**LES DIFFERENT FOND DE BAC**



ANNEXE VI  
PLAQUE DRIRE



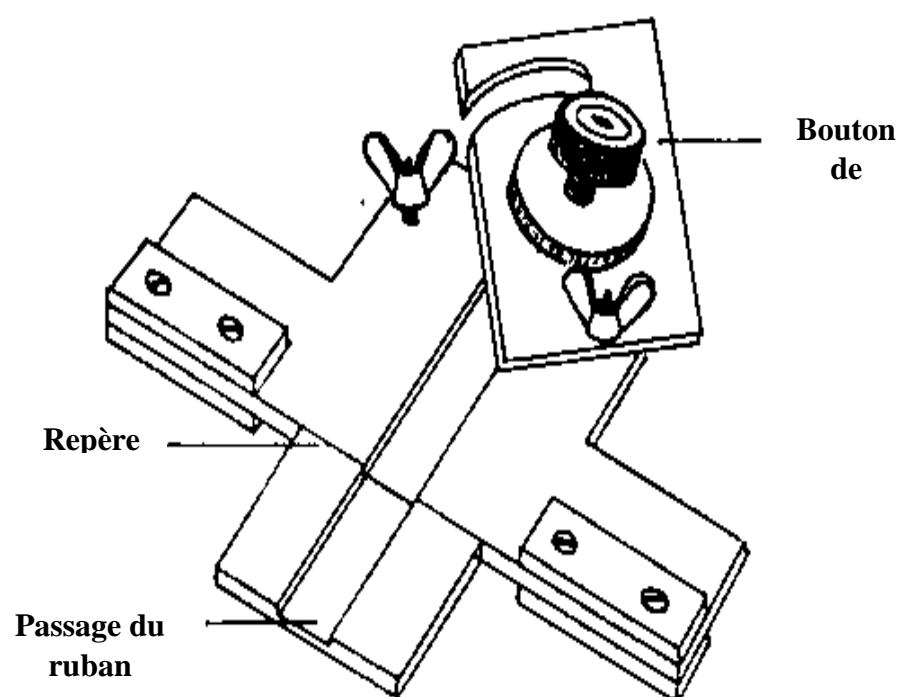
**ANNEXE VII**  
**PIGE A RUBAN LESTE**



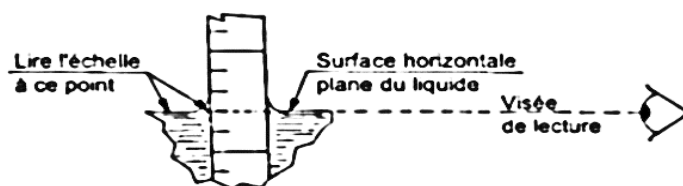
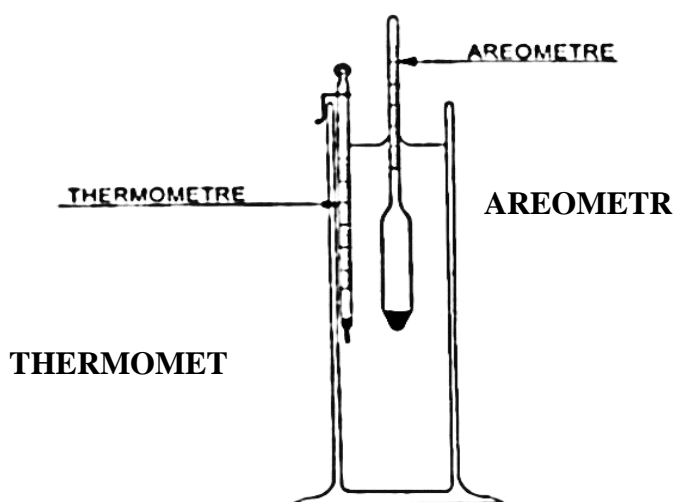


## ANNEXE IX

### Barrette de jaugeage par le creux



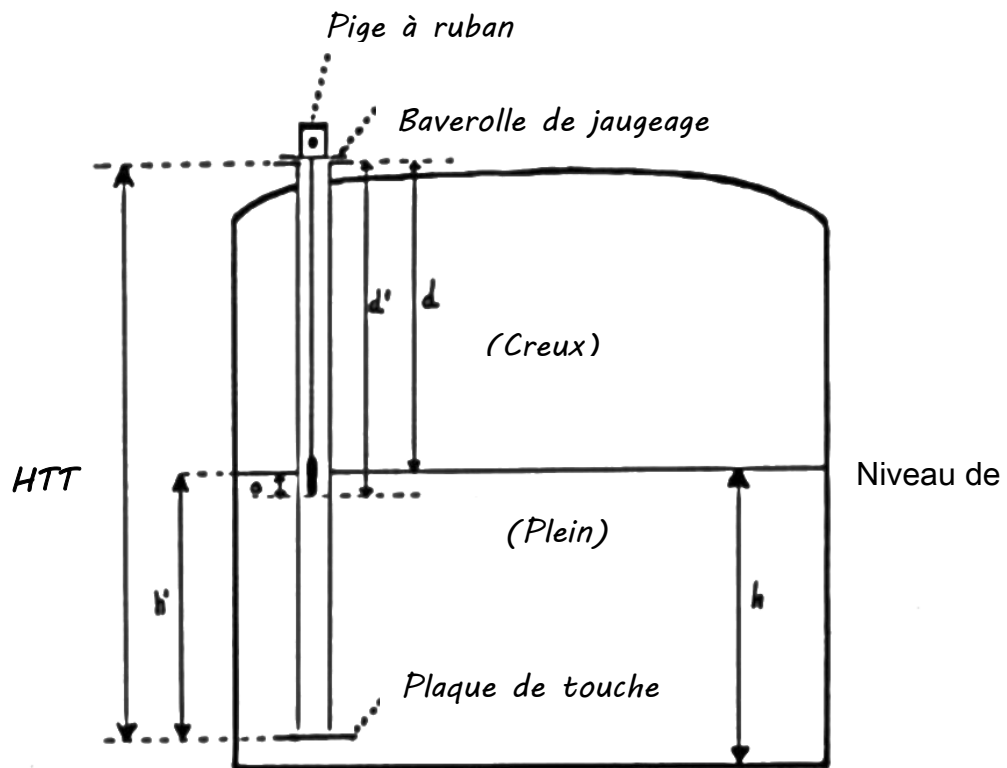
**ANNEXE X**  
**LECTURE DE LA MASSE VOLUMIQUE**



Lire  
l'échelle

**7**

**ANNEXE XI**



$HTT$  : hauteur totale témoin  
 $d'$  : hauteur estimée du creux  
 $d$  : hauteur du creux  
 $e$  : enfoncement du lest dans le produit  
 $h'$  : hauteur estimée du produit dans le bac  
 $h$  : hauteur réelle du produit dans le bac

### SCHÉMA DE MESURE PAR LE CREUX

## ANNEXE XII

### Annexe de procès de recensement

**ANNEXE AU PROCES-VERBAL**

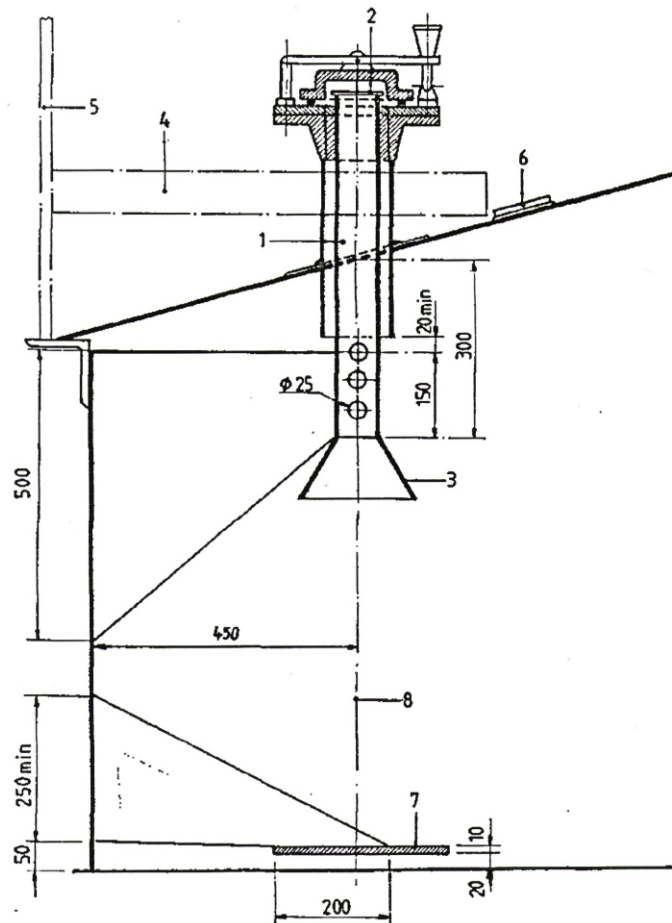
DIRECTION REGIONALE DES DOUANES DE  
BUREAU DE  
PRODUIT :

ENTREPÔT FISCAL DE STOCKAGE DE

**RESULTATS DU RECENSEMENT DU**

	MESURAGE	BAC N°	BAC N°	BAC N°	BAC N°	BAC N°
Relevés	Hauteur de produit en mm					
	Hauteur de l'eau					
	Température du produit en bac (0)					
	Masse volumique (D1) à 1					
	Masse volumique (D15) à 15°C (table ASTM 53B)					
Calcul du volume de produit à 15°C	Coefficient de correction (VCF) (table ASTM 54B) (5)					
	Volume de produit en litres (1)					
	Volume d'eau en litres (2)					
	Correction soit flottage en litres (3)					
	Volume produit après corrections en litres (1)-(2)+(3) = (4)					
VOLUME A 15°C (V15)	Volume (4) x coefficient de correction (5)					

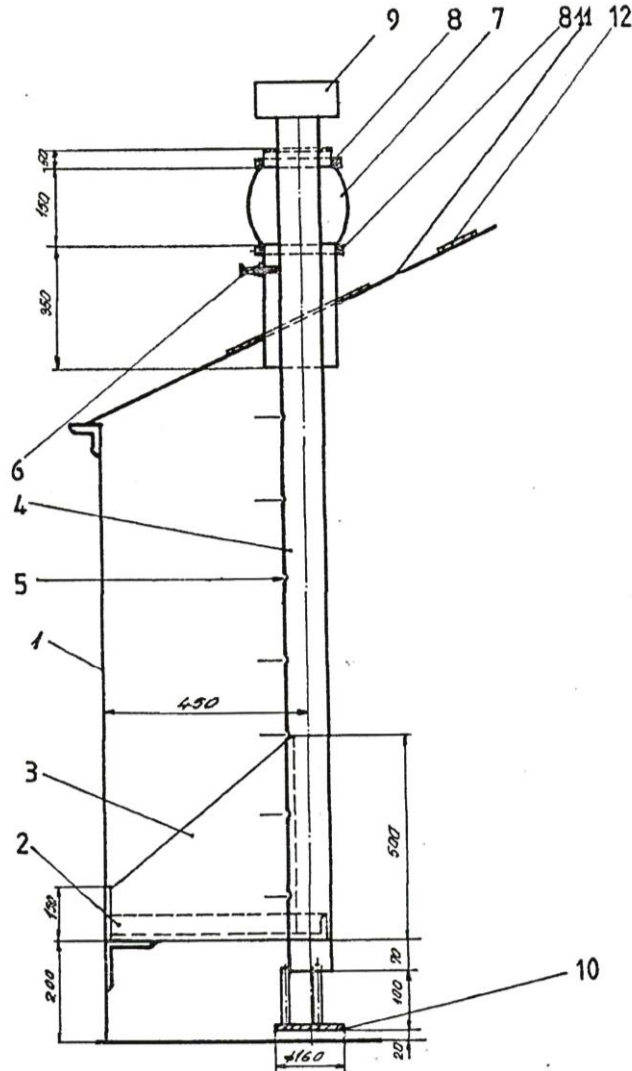
## ANNEXE XIII



Principe de montage d'un tube de guidage sur un réservoir cylindrique vertical à toit fixe, dont le gonflement sous charge est négligeable

1. Tube de guidage fixé à la virole supérieure par des goussets soudés. 2. Orifice de pige. 3. Entonnoir. 4. Plateforme.  
 5. Garde-fou. 6. Plaque d'identification de jaugeage. 7. Plaque de touche (300 × 300 mm) fixée à la robe par des goussets soudés. 8. Verticale de mesure. 9. Couvercle du tube de guidage.

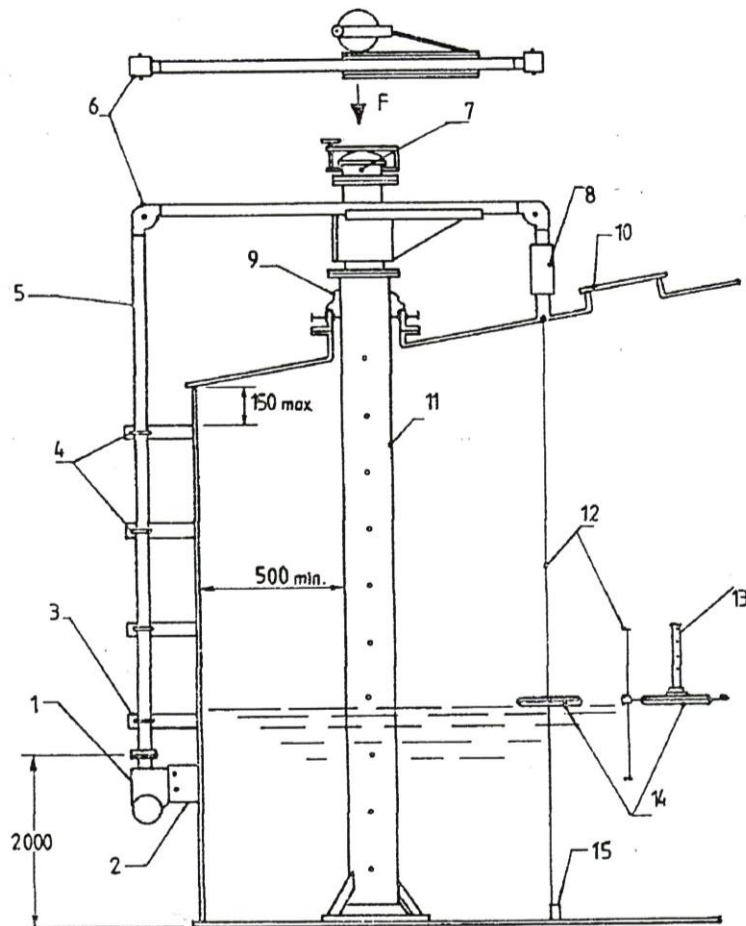
## ANNEXE XIV



. Principe de montage d'un tube de guidage sur un réservoir cylindrique vertical à toit fixe, dont le gonflement sous charge doit être pris en considération

1. Robe cylindrique. 2. Profilé en L. 3. Goussets. 4. Tube de guidage et de tranquillisation ( $O_{int} = 100$  mm) fixé à la partie inférieure de la première virole par profilés 2 et goussets 3 soudés. 5. Trous  $\varnothing 25$  mm à 300 mm d'intervalle max. 6. Vis ( $\times 3$ ) pour régler la verticalité du tube de guidage. 7. Joint souple. 8. Collier de serrage. 9. Couvreclie du tube de guidage comme dans les Fig. 3 et 4. 10. Plaque de touche (épaisseur 10 mm) fixée par fers 3/4 ronds soudés au tube de guidage. 11. Toit fixe. 12. Plaque d'identification de jaugeage.

## ANNEXE XV

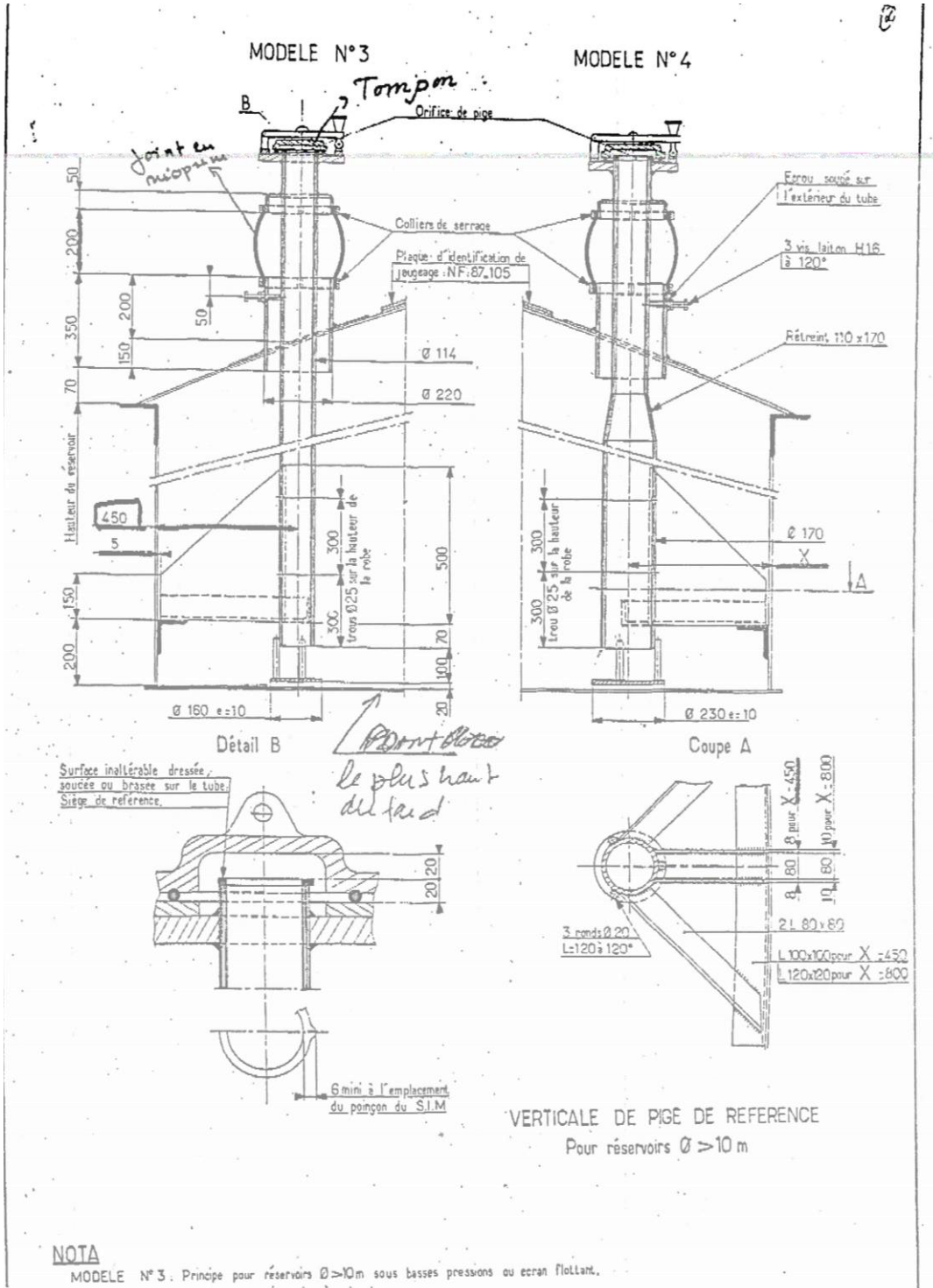


Principe de montage d'un tube de guidage et d'un jaugeur  
sur un réservoir cylindrique vertical à toit fixe, dont le gonflement sous charge  
doit être pris en considération, le fond du réservoir étant stable

1. Dispositif indicateur du jaugeur. 2. Fixation en console. 3. Anneau de sécurité. 4. Guides coulissants. 5. Tube de protection pour le ruban du jaugeur. 6. Poulie du ruban. 7. Orifice de mesurage manuel. 8. Joint souple. 9. Fermeture étanche. 10. Ouverture. 11. Tube de guidage et de tranquillisation. 12. Fils sous tension pour le guidage du flotteur. 13. Ruban. 14. Flotteur. 15. Fixation du fil de guidage.



# ANNEXE XVI



## ANNEXE XVII



## LES REFERENCES

- [1] ... Fiche technique de la région de SBAA (2007)
- [2] ... LOUNICI SARAH - vérification de la qualité des eaux de rejets - IAP 2020
- [3] ... <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sonatrach>
- [4] ... SONATRACH. Rapport annuel 2007
- [5] ... MAZOUZI Djamila /HADJI Zineb- Etude et vérification des paramètres de fonctionnement de Dépropaniser au niveau de l'unité Gaz plant - Raffinerie d'ADRAR Faculté Des sciences et technologie Département Des Hydrocarbures Et Des Energies Renouvelables Université Africaine Ahmed DRAYA ADRAR 06/ 2019
- [6]... [https://wikimonde.com/article/Raffinerie\\_d'Adrar](https://wikimonde.com/article/Raffinerie_d'Adrar)
- [7] ... A. Harrouz, O. Harrouz, A. Benatiallah, "Techniques of control flow measurement system and calibration of sensors", Journal "IEEE Xplore" of The 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition 'PEMC14', 2014, pp. 48-52. DOI: 10.1109/EPEPEMC.2014.6980617
- [8] ... Ahmed El-amine YAHIA - Architecture DCS ABB de Raffinerie d'ADRAR Faculté des Sciences et de la Technologie Département de Génie Electrique Université Mohamed Khider Biskra Juillet 2019
- [9] ... BELHADJ Djazia - Conformité des produits pétroliers en se basant sur la distillation ASTM et la chromatographie en phase gazeuse au niveau de la raffinerie d'Adrar- Département de Chimie - Faculté des Sciences - Université Abou Bekr Belkaïd - TLEMCEM- 21/06/2017
- [10] ... OULED OMAR HICHEM, FOULANI ABDERAZAK, Algérien Global Company Professional Training Rapport De Stage sur la Raffinerie d'Adrar département de HSE
- [11] ... de Raffinerie d'ADRAR - univ-biskra.dz

- [12]... Comment réduire de 30 à 50 % les besoins en eau de refroidissement de votre raffinerie | Alfa Laval
- [13] ... Distillation du pétrole — Wikipédia (wikipedia.org)
- [14]... Unité de distillation de pétrole brut (UDH), Unité de distillation atmosphérique (ADU) (peiyangchem.com)
- [15]... Craquage catalytique — Wikipédia
- [16] ... Reformage catalytique - Catalytique reforming - abcdef.wiki
- [17] ...documentation sur le stockage et expédition à la raffinerie d'Adrar 2007
- [18] ... Chapitre : Le Stockage des Hydrocarbures IAP 2020
- [19] ... Exploration & Production Les Équipements Stockage et Terminaux (total)
- [20] ... Toit flottant-ARIA 2007
- [21] ... Département Génie des Transports U.M.Constantine Technologie des parcs de stockage et terminaux Master 1 TDH S2 (2019-2020)
- [22] ... Réservoirs métalliques : stockage des liquides à température ambiante/ par Régis CHAMAYOU ..... Ex-Responsable des Études de la Société Entrepose
- [23] ... M. KARDACHE & A .LOUNIS, Stockage des hydrocarbures, 1 ère Partie, Département Mécanique Pétrolière et Transport des HC, Ecole d'Arzew, IAP, février 2015
- [24] ... Réservoirs métalliques : stockage des liquides à température ambiante : Réservoirs atmosphériques | Techniques de l'Ingénieur (techniques-ingenieur.fr)
- [25] ... Stockage du pétrole et du gaz-Wikipédia
- [26]... Stockage des produits pétroliers : solutions aux enjeux soulevés dans la fiche de travail n°5 du plan agroenvironnemental (PAE) 4<sup>ème</sup> éd .2013
- [27] ... Rapport de stockage sur les produits pétrolière décret de désignation du secteur protégé du champ du captage
- [28] ... [http://lepetitbedouin.blogspot.com/2014/11/depot-petrolier-de-ouistreham-confiance\\_7.html](http://lepetitbedouin.blogspot.com/2014/11/depot-petrolier-de-ouistreham-confiance_7.html)
- [29] ... Le stockage du pétrole /Planète Energie

- [30]...<https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/le-transport-du-petrole-aux-quatre-coins-du-monde>
- [31] ...<https://www.slideshare.net/salimH2/transport-et-stockage-de-ptrole>
- [32] ...<https://www.slideshare.net/leroiani/cours-de-stockage-distribution-des-hydrocarbures>
- [33] ...Abdelouahab Boubaker et Chouiref Mohammed Islam Rapport de stage De fin de formation professionnel Thème : Stockage des GPL dans « RA1D » Institute Algériens du Pétrole Ecole de Skikda 2019/2020
- [34]... Manuel de stockage et expédition de la raffinerie d’Adrar- SBAA
- [35] ... Mr. Kandli Abdelassit projet professionnel de fin de formation pour l’obtention du diplôme technicien exploitations spécialisé en raffinage et pétrochimie stockage d’essence dans raffinerie d’Adrar INSTITUT ALGERIEN DU PETROLE 2020
- [36] ... LES EQUIPEMENTS STOCKAGE ET TERMINAUX : SUPPORT DE FORMATION COURS EXP-PR-EQ220 Révision 0.1 (TOTAL)
- [37]... SORALCHIN Refinery: Technological Manual for Storage & Transportation Unit (Trial Implementation) July 20, 2005
- [38] ... NAFTAL- ENSPM, Raffinage-Pétrochimie-Chimie-Ingénierie « métrologie appliquée au stockage de produits pétroliers »
- [39] ... A. Harrouz, A. Benatiallah, O. Harrouz. “Electric Control and Meteorological Validation of Sensors in Dynamic Metering System of Fluids”, International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS), ISSN: 2088-8694, Vol. (3) No.4, Dec 2013, pp. 450-458. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.11591/ijpeds.v3i4.4979>
- [40] ... A. Harrouz, A. Benatiallah, O. Harrouz. “Permissible Maximum Errors of Measurement Instruments in Metering Systems of Fluids”, Journal Of Electrical And Electronics Engineering (JEEE), ISSN: 1844-6035, Vol. (7) No.1, May 2014, pp. 57-62. <https://electroinf.uoradea.ro/index.php/volumes-2/jeee-vol-7-no-1-may-2014.html>
- [41] ... A. Harrouz, O. Harrouz, A. Benatiallah, “Communication and Calibration of Sensing Meters”, TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering, ISSN: 2302-4046, Vol. 12, No.7, July 2014, pp. 4905-4914. **DOI:** <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v12.i7.pp4905-4914>

- [42] ... <https://www.universalis.fr/encyclopedie/petrole-le-transport/7-le-transport-du-petrole-par-pipeline/>
- [43] ... <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/transport-du-petrole>
- [44] ... <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/le-transport-du-petrole-par-voie-terrestre>
- [45] ... <https://www.gardnerdenver.com/fr-dz/emcowheaton/road/tank-truck-loading-unloading>
- [46] ... [https://fr.slideshare.net/habibberekia/chapitre-1-38695770?next\\_slideshow=38695770](https://fr.slideshare.net/habibberekia/chapitre-1-38695770?next_slideshow=38695770)
- [47] ... A Look At. Chemical Storage Tank Expansion Joints (polyprocessing.com)
- [48] ... VERTICAL STORAGE TANKS – SHELL EXPANSION CORRECTION – Oleander (ocsol.net)
- [49] ... Principe de montage d'un tube de guidage sur un réservoir cylindrique vertical
- [50]... NF ISO 7507-1 Juillet 2005 diffusé par AFNOR Association Française de Normalisation
- [51] ... <https://fr.slideshare.net/leroiani/cours-de-stockage-distribution-des-hydrocarbures>

