



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M2 /IP/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Industries pétrochimiques**

**Spécialité : Génie pétrochimique**

### ETUDE DE LA PRODUCTION DES BITUMES AU NIVEAU DE LA RA1/Z

**Présenté par :**

1. M<sup>elle</sup> Mansouri Amira Abir
2. M<sup>elle</sup> Mohamed bey Asmaà

***Soutenu le 30 / 06 / 2020 devant le jury composé de :***

Président	: M <sup>r</sup> Z. AZIZ	Grade : Professeur	Université de Mostaganem
Examineur	: M <sup>me</sup> S. BENDENIA	Grade : Professeur	Université de Mostaganem
Encadreur	: M <sup>r</sup> M.A. KHEDIM	Grade : M.A.A	Université de Mostaganem

**Année Universitaire : 2019 / 2020**

## ***REMERCIEMENTS***

Tout d'abord nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné la force et la patience et la volonté de réaliser ce mémoire.

C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que nous remercions notre encadreur Monsieur **M.A.KHEDIM**, qui a accepté de nous encadrer, pour son aide précieuse, ses conseils, sa patience, son soutien et ses efforts dont elle a fait preuve pendant toute la durée de ce travail.

Nous tenons à remercier Monsieur **Z.AZIZ**, d'avoir accepté de présider ce jury, malgré ses occupations et ses responsabilités.

Nous remercions très vivement Madame **S.BENDENIA**, de l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de juger notre travail, quelle trouve le témoignage de notre profond respect.

Enfin, nous remercions très chaleureusement toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.



# Dédicace

Je dédie ce mémoire aux êtres qui me sont les plus chers, je cite :

Les parents les plus chers au monde, *Papa* et *Maman*, que dieu les garde et les protège.

Mon frère *Mohamed Karim*, ma sœur *Ikram* et son mari *Fouaz Benalioua*.

Mon adorable neveu *Mohamed Raouane*.

Mon cher ami *Anas*, pour son encouragement et son soutien moral.

Mon amie *Khadija*, pour son aide.

Sans oublier ma chère binôme *Asmaï Mohamed bey* cela m'endure et s'est tenu à mes côtés.

À toutes mes familles, *Mansouri et Bouati*.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués et le fruit de votre soutien infatigable.

# Abir





# Dédicace

Je dédie ce mémoire aux êtres qui me sont les plus chers, je cite :

Les parents les plus chers au monde, *Papa* et *Maman*, que dieu les garde et les protège.

Mes frères *Mounir*, *Amine* et *Mohamed*

Sans oublier ma chère binôme *Abir Mansouri* cela m'endure et s'est tenu à mes côtés.

À tous mes familles, *Mohamed Bey* et *Djebbar*

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués et le fruit de votre soutien infaillible.

# Asmaà



# Table des matières

Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I : Présentation de la raffinerie d'Arzew</b> .....	2
I-1-Introduction.....	2
I-2-Situation géographique.....	3
I-3-Objectifs assignés du complexe .....	3
I-4-Présentation des installations de production.....	4
I-4-1-Département de production P1.....	4
I-4-2-Département de production P2.....	5
I-4-3-Département de production P3.....	7
I-4-4-Département de production P4.....	7
I-4-5-Laboratoire de contrôle .....	8
<b>Chapitre II : Généralités sur les bitumes</b> .....	9
II-1-Introduction.....	9
II-2-Caractéristiques des bitumes.....	9
II-3-Composition des bitumes.....	9
II-4-Classification des bitumes .....	10
II-5-Fabrication des bitumes.....	11
II-6-Application des bitumes.....	12
II-7-Propriétés recherchées pour les bitumes.....	13
II-7-1- Pénétrabilité à l'aiguille.....	13
II-7-2-Point de ramollissement.....	13
II-7-3-Point d'éclair.....	14
II-7-4-Masse volumique.....	15
II-7-5-Ductilité.....	15
II-8-Bitumes oxydés.....	15
II-8-1-Pratique de l'oxydation.....	15

II-8-2-Réaction mise en jeu.....	16
II-9-Constitution des bitumes.....	16
II-9-1-Les asphaltènes.....	18
II-9-2-Les résines.....	20
II-9-3-Les aromatiques.....	20
II-9-4-Les hydrocarbures saturés.....	20
<b>Chapitre III : Présentation de la zone 10.....</b>	<b>22</b>
III-1-Introduction.....	22
III-2-Description de l'unité 14.....	23
III-2-1- Section flashing sous-vide.....	23
III-2-2- Section semi- blowing.....	26
III-3-Description de l'unité 15.....	27
III-3-1-Circuit de fond de la colonne 15C3.....	29
III-3-2- Réservoir tampon.....	29
III-3-3-Circuit d'air de soufflage 15C3.....	29
III-3-4-Circuit de vapeur soufflage 15C3.....	29
III-3-5-Epurateur- séparateur 15C2.....	30
<b>Chapitre IV : Les risques d'utilisation des bitumes.....</b>	<b>37</b>
IV-1-Brulures par les bitume.....	37
IV-2-Bitume chaud en contact avec de l'eau.....	38
IV-3-Exposition aux fumées de bitume.....	38
IV-4-Sulfure d'hydrogène.....	39
IV-5-Danger d'incendie et d'explosion.....	40
<b>Conclusion .....</b>	<b>42</b>
<b>Bibliographie</b>	
Annexes :	
Annexe A : Spécifications des bitumes (NF T65-0011979).	
Annexe B : Spécifications des bitumes (EN 12591 2000).	
Annexe D : Spécifications du BRI proposés par Groupement Progetti.	
Annexe C : Spécifications des bitumes (NA 5265 2006).	

# LISTE DES ABREVIATIONS

**API** : Anti Parallel Plate Interceptor

**BRI** : brut réduit importé

**BSW** : Basic Sediment Water

**DOE** : Design Of Experiments

**DRV**: Distillation sous vide

**EN**: European Norme

**HC** : Hydrocarbure

**HVGO** : Heavy vaccum gas oil

**LSRN** : Light straight run naphta (naphta léger)

**LVGO** : Light vaccum gas oil

**MLR** : Multi linear regression

**Mt** : Million de tonnes

**MVGO** : Medium vaccum gas oil

**NA** : Norme Algérienne

**NF** : Norme française

**PPI** : Parallel Plate Interceptor

**RA1/Z** : Raffinerie d'Arzew

**RSM** : Modélisation en surface de réponse

**RSV** : Résidu sous vide

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau I-1</b> : Capacités annuelles de production de la raffinerie d'Arzew.....	4
<b>Tableau III-1</b> : Caractéristiques du BRI.....	22
<b>Tableau III-2</b> : Spécifications du bitume 40/50.....	24
<b>Tableau III-3</b> : Spécifications de la charge (Blowing stock ).....	27
<b>Tableau III-4</b> : Spécifications des produits de l'unité 15.....	28

## *Liste des figures*

<b>Figure I-1:</b> Le plan de masse de la RAFFINERIE D'ARZEW.....	3
<b>Figure II-1 :</b> Pénétrabilité à l'aiguille.....	13
<b>Figure II-2 :</b> Point de ramollissement.....	14
<b>Figure II-3 :</b> Mesure de point éclair .....	14
<b>Figure II-4 :</b> Essai ductilité .....	15
<b>Figure II-5:</b> Représentation schématique des analyses de la composition chimique des bitumes.....	18
<b>Figure II-6:</b> Structure des asphaltènes.....	19
<b>Figure II-7 :</b> Structures aromatiques.....	20
<b>Figure II-8:</b> Structure des hydrocarbures saturés.....	21
<b>Figure III-1:</b> Circuit de charge de l'unité 14.....	31
<b>Figure III-2:</b> Circuit de fond de la colonne sous vide.....	32
<b>Figure III-3:</b> Circuit des soutirages latéraux de la colonne sous vide.....	33
<b>Figure III-4:</b> système sous vide.....	34
<b>Figure III-5:</b> Circuit de l'oxydation (unité 14).....	35
<b>Figure III-6:</b> Schéma de fabrication du bitume oxydé (unité 15).....	36
<b>Figure III-7:</b> Circuit de tête de la colonne 15C3.....	37
<b>Figure IV-1 :</b> Les feux de bitume .....	41

# Introduction

## INTRODUCTION GENERALE

---

L'initiative d'améliorer les conditions de vie de la société d'aujourd'hui, l'industrialisation de nombreux pays sous-développés et l'augmentation de la population mondiale sont quelques-unes des raisons provoquant une hausse de la demande d'énergie dans le monde entier. Ces produits commerciaux tels que les bitumes, sont caractérisés par des spécifications déterminant leur mise en œuvre optimale dans leurs conditions d'utilisation.

Le bitume est à l'origine une substance naturelle rencontrée dans certaines roches, est aujourd'hui un produit industriel à forte valeur ajoutée technologique, fabriqué à la demande à partir de certains bruts ainsi qu'il reflète le pétrole dont il est issu et des procédés techniques avec lequel il a été fabriqué.

Contrairement à l'image qu'il véhicule le bitume n'est pas un produit banal en dehors de l'épandage sur les routes que tout le monde a vu faire sans peut-être se rendre compte des techniques et des produits qui sont utilisés il existe beaucoup d'applications industrielles des bitumes celles-ci sont généralement fort peu connues de public alors que chacun sait à quoi sert l'essence le pétrole ou l'huile lubrifiante.

Utilisé dans le secteur du bâtiment et des travaux publics ses caractéristiques sont diverses car les contraintes auxquelles il doit s'adapter peuvent fortement varier, il peut être plus ou moins thermoplastique ductile, durable, adhésif imperméable résistant à la corrosion ; par conséquent on ne peut parler d'un bitume mais de bitumes.

On a opté par le plan de travail suivant Introduction générale, Présentation de la raffinerie d'Arzew, Généralités sur les bitumes, Constitution, rhéologie et composition des bitumes Présentation de la zone 10,

# Chapitre I

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

## I.1. INTRODUCTION

La raffinerie d'Arzew par sa diversité de production se classe au premier rang des complexes édifiés sur le territoire national. Elle a été implantée dans le cadre quinquennal 1970-1973 par JGC (JAPAN GASOLINE COMPANY) et s'est étendue par une extension de ces unités de production de bitumes en 1975 et ses unités de lubrifiants en 1983, issu de la restriction de la société SONATRACH de la raffinerie d'Arzew est gérée par la société NAFTEC depuis 1987.

Située au niveau de la zone industrielle, la raffinerie d'Arzew, s'étend sur 170 ha.

Le démarrage des unités a été lancé à partir du mois de juillet 1972 pour les utilités, l'ensemble des unités de la raffinerie était en service en mars 1973. La raffinerie dispose d'une capacité de traitement de 4,7 millions de tonnes/an de pétrole brut Saharien de HASSI-MESSAOUD et de 300.000 tonnes/an de brut réduit importé (BRI) pour satisfaire les besoins de consommations en carburants, lubrifiants, bitumes et aussi exporter les produits excédentaires (Naphta, Kérosène, Fiouls).

En 1978, suite aux besoins importants de lubrifiants, la réalisation d'un ensemble intégré de production d'huiles de base en fûts est lancée. Elle est devisée en quatre unités de production :

- ✚ **Production I :** englobe les zones: 03, 04, 07 et 10.
- ✚ **Production II :** englobe les zones : 05, 19 .
- ✚ **Production III:** englobe les zones : 06, unités : 3000, 3900 .
- ✚ **Production IV :** englobe les zones : 27, 28, unité1800.



**Figure. I.1 :** le plan de masse de la RAFFINERIE D'ARZEW.

## I.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La raffinerie d'Arzew est implantée dans la zone industrielle à 2 km d'Arzew, elle est située sur le plateau de la localité d'El MOHGAN au carrefour de la route nationale N° 11 (Oran – Arzew) et la route Nationale N°13 (Arzew – Sidi-Bel-Abbès) et à environ 40 km d'Oran.

## I.3. OBJECTIFS ASSIGNES DU COMPLEXE

Troisième complexe de la région, par son importance, la raffinerie d'Arzew été conçue pour répondre aux impératifs suivants :

- ✓ Traiter le brut de HASSI MESSAOUD et le brut importé.
- ✓ Fabriquer des produits stratégiques à savoir les lubrifiants et les bitumes.
- ✓ Créer des industries en aval.

Tableau I.1 : capacités annuelles de production de la raffinerie d'Arzew.

Nature du produit	Quantité (tonne/an)	Unité
Propane	30.000	Zone 4/Unité 13
Butane	92.000	Zone 4/Unité 13
Naphta	450.000	Zone 4/Unité 11
Kérosène	400.000	Zone 4/Unité 11
Gasoil	530.000	Zone 4/Unité 11
Fuel (BTS)	540.000	Diverses unités
Fuel (HTS)	50.000	Diverses unités
Essence Normale	390.000	Zone 28
Essence Super	103.000	Zone 28
Huiles de base	130.000	Zone 7/Zone 5
Huiles finies	150.000	Zone 6 et Unité 3000
Graisses	1950	Zone 6 et Unité 3000
Bitumes routiers	120.000	Zone 10/Unité 14
Bitumes oxydés	20.000	Zone 10/Unité 15

## I.4. PRESENTATION DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION

### I.4.1. Département de production P1

Les installations du département P1 sont celles construites en 1970. Elles produisent les carburants, les lubrifiants et les bitumes. Ces installations sont constituées de :

**I.4.1.a. Zone 3 : Utilités :** Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 31 : Production de vapeur et d'électricité
- Unité 32 : Production de l'eau distillée
- Unité 33 : Circuit d'eau de refroidissement
- Unité 34 : Station de pompage Eau

- Unité 35 : Récupération et distribution du gaz combustible.
- Unité 36 : Unité d'air comprimé.
- Unité 67 : Réseau incendie

**I.4.1.b. Zone 4 : Carburants :** Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 11 : Unité de distillation atmosphérique « Topping »
- Unité 12 : Unité de reforming.
- Unité 13 : Séparation des gaz « Gas Plant »
- Unité 17 : Isomérisation des paraffines légères
- Unité 18 : l'unité du système de l'huile caloporteur

**I.4.1.c. Zone 7 : Lubrifiants :** Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 20 : stockage des huiles semi fini.
- Unité 21 : Distillation sous vide.
- Unité 22 : Désasphaltage au propane.
- Unité 23 : Extraction au furfural des aromatiques.
- Unité 24 : Déparaffinage au MEC –Toluène.
- Unité 25 : Hydrofinishing.

**I.4.1.d. Zone 10 : Bitumes :** Cette zone est composée de deux ensembles :

- Unité 14 : Bitumes routiers.
- Unité 15 : Bitumes Oxydés .

## **I.4.2. Département de production P2**

En 1978, suite aux besoins importants en lubrifiants, la réalisation d'un ensemble de production de 120000 T/an d'huile de base fut lancée. Il comprend trois Zones :

**I.4.2.a Zone 19 : Utilités :** Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 1100 : Production de la vapeur.
- Unité 1200 : Production de l'électricité.
- Unité 1300 : Tour de refroidissement.
- Unité 1400 : Fuel gaz .
- Unité 1500 : Unité d'air comprimé .
- Unité 1600 : Production de l'eau distillée .
- Unité 1700 : La torche .
- Unité 280 : Production de gaz inerte (azote) .

**I.4.2.b. Zone 5 : Lubrifiants :** Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 100 : Distillation sous vide .
- Unité 200 : Désasphaltage au propane .
- Unité 300 : Extraction des Aromatiques .
- Unité 150 : HOT OIL .
- Unité 400 : Déparaffinage au MEC-Toluène .
- Unité 500 : Hydrofinishing .

### I.4.3. Département de production P3

Une nouvelle réorganisation des départements de production a ajouté un troisième département qui comprend les zones suivantes :

#### I.4.3.1. Zone 06 (Production des huiles finies et des graisses) :

C'est une unité de mélange et de fabrication et conditionnement des huiles et des graisses, à partir des huiles de base avec l'incorporation des additifs chimiques.

Elle fabrique deux types d'huile :

- les huiles moteurs,
- les huiles industrielles.

- Unité 3900 (Production des huiles finies) : Elle est réalisée en 1997, elle assure les mêmes tâches de l'unité U3000
- Unité 3000 (Production des huiles finies et des graisses) : Elle est destinée à fabriquer des huiles finies à partir des huiles de base fabriquées dans les unités 100 à 500 et des additifs importés. Les grades d'huiles fabriquées sont :
  - Huiles pour moteurs (Essence, Diesel, Huiles pour transmission).
  - Huiles industrielles (hydraulique (TISKA), turbines (TORBA), engrenage (FODDA), compresseur (TORADA), et huiles divers).

### I.4.4. Département de production P4

#### I.4.4.a. Zone 28 (stockage et expédition) :

C'est une zone de stockage des matières premières, des mélanges, des expéditions et des produits semi-finis et finis, ainsi que le pétrole brut.

#### I.4.4.b. Zone 30 (chargements de produits finis) :

Cette zone est spécialisée dans le chargement des carburants (essences, gaz oil ..... ) dans les camions.

**I.4.4.c. Zone 27** (Station de traitement des effluents) :

Le rôle de cette zone est récupérer les eaux usées et les traiter. Elle est composée de deux bassins de séparation et de décantation physique (API et PPI).

**I.4.5. Laboratoire de contrôle**

Durant toutes les étapes de raffinage au niveau des différentes unités, les produits semi-finis et finis sont soumis selon un programme bien défini à un contrôle de qualité rigoureux au niveau du laboratoire.

Avant tout transfert ou expédition de produit fini, un certificat de qualité attestant la conformité de ce produit aux spécifications est établi.

Le laboratoire contrôle aussi la qualité des eaux, les rejets et procède aux analyses des différents échantillons spéciaux.

# Chapitre II

## **Généralités sur les bitumes**

**II.1. INTRODUCTION**

Le bitume est le liant qui solidarise l'agrégat utilisé pour le revêtement des routes. Il est utilisé pour le revêtement des toitures et de canalisations. Il sert d'imperméabilisant et peut également résister à la corrosion et au passage du courant électrique, solide à température ordinaire, le bitume est un produit très lourd issu du résidu sous vide des raffineries.

Contrairement à l'image qu'il véhicule, le bitume n'est pas un produit banal. Utilisé dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, ses caractéristiques sont diverses car les contraintes auxquelles il doit s'adapter peuvent fortement varier. Il peut être plus ou moins thermoplastique, ductile, durable, adhésif, imperméable, résistant à la corrosion, parfois coloré. Par conséquent, on ne peut parler d'un bitume mais de bitumes. Cela sous-entend un travail de formulation et de maîtrise des techniques de fabrication [3].

**II.2. CARACTERISTIQUES DES BITUMES**

La signification du terme bitume n'est pas la même dans tous les pays. Les bitumes appartiennent à une catégorie de produit que l'on appelle « les liants hydrocarbonés ». Ceux-ci sont définis et classés dans la norme française NF T 65-000. Les liants hydrocarbonés comprennent :

- Les bitumes qui sont des produits solides ou semi-solides extraits du pétrole ;
- Les émulsions de bitumes, qui résultent de la dispersion d'un bitume dans une phase réceptrice, en générale aqueuse ;
- Les goudrons, qui sont produits par cokéfaction à haute température du charbon.[2]

**II.3. COMPOSITION DES BITUMES**

Le bitume est un système colloïdal compliqué de matériaux hydrocarbonés qui sont en général constitué par :

- **Les asphaltes** : Ils constituent le corps du bitume. Ils ont une proportion de carbone-hydrogène qui est supérieur à 80% ;
- **Les résines** : Elles affectent la ductilité et l'adhérence du bitume. Elles ont une proportion de carbone-hydrogène qui varie entre 60% et 80% ;

- **Les huiles** : Elles influencent la viscosité et l'écoulement. Elles ont une proportion de carbone hydrogène qui est inférieure à 40%.

Il est à noter qu'il est impossible de déterminer avec précision la composition exacte des bitumes.

Le problème vient du fait que les composants du bitume sont sensibles tant à la chaleur si on veut les séparer par distillation, qu'à l'action des agents chimiques, si on veut les séparer par un procédé chimique.

Ensuite, il faut noter qu'avant le traitement, la composition initiale des pétroles bruts est extrêmement variable d'un point de production à un autre du fait des différences d'origines ou d'extractions. D'une usine à une autre, les procédés de préparation des bitumes diffèrent.

Ainsi, les bitumes commercialisés, bien qu'ils aient certaines appellations identiques parce qu'ils ont certaines propriétés importantes communes, ont cependant de grandes différences de comportement sur le chantier. Leurs qualités techniques doivent donc être appréciées par de nombreux essais afin de les utiliser correctement. [2]

#### **II.4. CLASSIFICATION DES BITUMES**

L'expression « liants hydrocarbonés » recouvre :

- **Les bitumes purs** : qui sont directement issus du raffinage du pétrole ;
- **Les bitumes fluidifiés (cut-backs)** : qui sont des bitumes mélangés avec un solvant plus ou moins volatil d'origine pétrolière, généralement une coupe kérosène de qualité non commerciale. La viscosité de ses produits se trouve ainsi abaissée, permettant une mise en œuvre à température plus faible ;
- **Les bitumes fluxés** : qui sont des bitumes mélangés avec une huile de faible viscosité.

Ces liants sont souvent plus visqueux que les bitumes fluidifiés. Le produit de fluxage est généralement une huile de houille, mais peut être une huile d'origine pétrolière ;

- **Les émulsions de bitume** ;

A côté de ses grandes catégories, il faut citer :

- **Les bitumes fluxés mixtes** : où l'huile de fluxage est un mélange de produits d'origine pétrolière et de produits de la houille ;
- **Les bitumes composés** : qui sont des mélanges bitume-goudron ou bitume-brai de houille dans lesquels le bitume est majoritaire ;
- **Les bitumes modifiés** : qui sont des bitumes additionnés des substances d'origine

diverses, généralement des polymères qui modifient certaines de leurs propriétés.

A l'intérieur de ces catégories, il existe un classement :

- La norme NF T 65-001(1979), donne une classification des bitumes purs en fonction de leur dureté. Celle-ci est mesurée à l'aide d'un test appelé « pénétrabilité à l'aiguille », qui consiste à mesurer le niveau d'enfoncement dans le bitume d'une aiguille chargée. Cette norme a de nos jours évolué vers la norme européenne EN 12591 (2000) (voir annexes A et B);
- La norme algérienne équivalente est la norme NA5265 (Annexe C).

On définit ainsi 5 classes :

- La norme NF T 65-002 définit 5 classes de bitumes fluidifiés au moyen de leur pseudo-viscosité ;
- La norme NF T 65-003 définit de la même manière 3 classes de bitumes fluxés ;
- La norme NF T 65-004 classe les types de bitumes composés : elle distingue 3 classes de bitumes-goudron par leur pseudo-viscosité et deux classes de bitumes bruis par leur pénétrabilité ;
- La norme NF T 65-011 distingue les émulsions de bitumes au moyen de leur nature ionique (anionique ou cationique), de leur stabilité vis-à-vis des granulats et de la teneur en masse de liant de base. Il existe ainsi 20 classes d'émulsions.[2]

## **II.5. FABRICATION DES BITUMES**

Il existe plusieurs procédés de fabrication des bitumes à partir des pétroles bruts :

- ❖ **La distillation** de bruts choisis pour leurs rendements en coupes lourdes est le moyen le plus utilisé. Les bitumes sont extraits des résidus de la distillation sous pression réduite (quelque dizaines de mm de mercure), elle-même alimentée par des résidus de distillation atmosphérique. contrairement à ce qui se passait il y a une dizaine d'années, il est maintenant possible d'obtenir toutes les catégories de bitumes par ce procédé, y compris les grades durs.
- ❖ **Le désasphaltage au solvant**, il s'agit d'extraire d'un résidu sous vide ou d'un distillat lourd les fractions les plus lourdes, qui serviront à fabriquer les bitumes, La séparation est basée sur la précipitation des asphaltènes et la solubilisation de l'huile

dans un solvant du type alcane, les solvants employés sont le butane ou le propane ou un mélange butane- propane, en choisissant la nature du produit de charge et en réglant les paramètres de désasphaltage, notamment la température et la pression, il est possible d'obtenir par ce procédé différents grades de bitumes.

- ❖ **Le soufflage** consiste à faire circuler de l'air à contre courant dans une charge bitumineuse afin de l'oxyder, il résulte de cette opération la formation de molécules à haut poids moléculaire et de structure différente de celle du produit initial, il est ainsi possible d'obtenir des grades durs à point de ramollissement très élevé[2].

## II.6. APPLICATION DES BITUMES

Il existe deux grandes catégories d'utilisation des bitumes :

- **Les applications routières**, on emploie à cet usage les bitumes purs, les bitumes fluidifiés et fluxés ainsi que les émulsions, chacun de ces produits faisant l'objet de techniques de mise en œuvre bien spécifiques, il convient d'ajouter à cette liste l'utilisation d'asphalte coulé, bien que ce produit convienne mieux aux petites surfaces : trottoirs, cours, etc., qu'aux chaussées, depuis le milieu des années 80, le bitume soufflé ne trouve plus de débouché en construction routière ;
- **Les applications industrielles**, pour lesquelles les bitumes soufflés sont très utilisés,

citons parmi les applications industrielles :

- ✓ Les travaux d'étanchéité, qu'il s'agisse de protéger des ouvrages d'art ou des toitures et terrasses : on peut utiliser de l'asphalte coulé, souvent placé en couches avec du papier kraft, ou du bitumes oxydés ou de bitumes modifié, généralement avec des copolymères : ces bitumes modifiés sont utilisés pour la fabrication de complexe d'étanchéité multicouche préfabriqué ;
- ✓ Les joints pour boucher des fissures, sur les routes en particulier, on utilise pour cela des mélanges de bitumes, d'huiles lourdes et de polymères ou de soufre ;
- ✓ L'insonorisation, dans le bâtiment, l'automobile, l'électroménager par exemple ;
  - L'isolation électrique, avec des bitumes oxydés : câbles électriques, condensateurs, piles électriques ou batteries d'accumulateurs. ;

✓ Les peintures et vernis bitumineux, qui sont faits de mélanges d'un bitume dur, généralement oxydé et d'un solvant léger ou non léger [2].

## II.7. PROPRIETES RECHERCHEES POUR LES BITUMES

Les principales caractéristiques des bitumes sont leur point de ramollissement et leur pénétrabilité à l'aiguille. La seconde a été toujours à la base de la classification des bitumes et de la désignation des classes. Pourtant la première est plus représentative de leur capacité à la déformation lorsque la température de service s'élève. Les autres propriétés ont une importance plus ou moins grande selon les utilisations.

### II.7.1. Pénétrabilité à l'aiguille

La pénétrabilité est la profondeur exprimée en 1/10 de millimètre, à laquelle pénètre dans un échantillon de bitume porté à 25°C une aiguille d'acier normalisée appliquée pendant 5 secondes sous une charge de 100 g. la méthode d'essai correspondante est relativement délicate de mise en œuvre et est définie en Algérie par la norme NA5192, et aux Etats-Unis par la méthode ASTM 583.

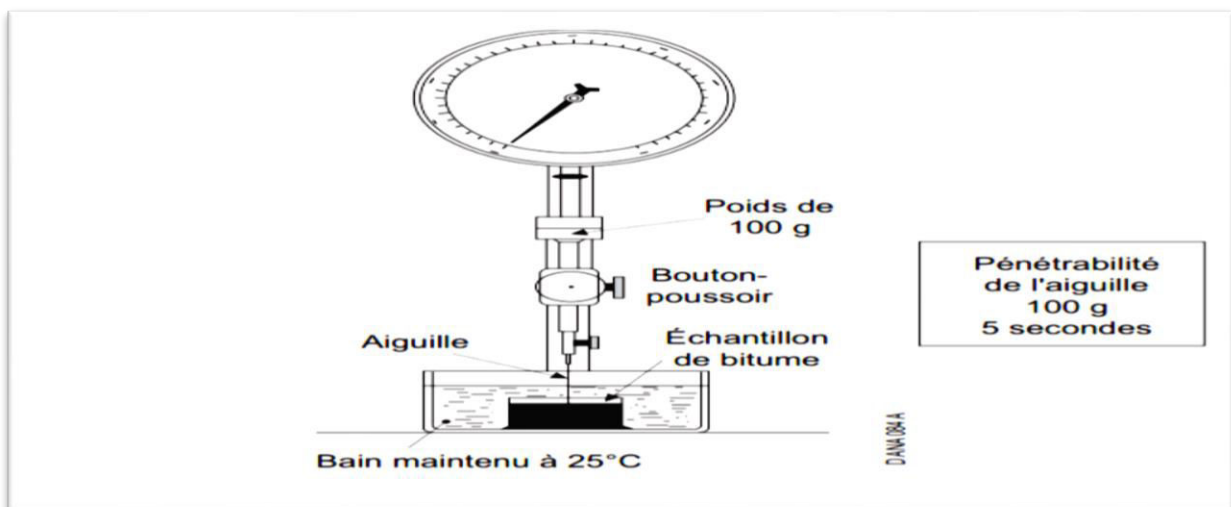


Figure II-1 : Pénétrabilité à l'aiguille.

### II.7.2. Point de ramollissement

Le point de ramollissement est la température à laquelle un produit bitumineux devient mou dans des conditions normalisées. Il est mesuré par la méthode dite "bille et anneau". Une bille d'acier de dimension et poids bien définis est placée sur une pastille de bitume qui est enchâssée dans un anneau de métal lui aussi bien défini.

L'ensemble est chauffé progressivement. Lorsque la pastille de bitume est devenue assez molle pour que la bille la traverse et parcoure une hauteur de 2,5 cm, la température correspondante est appelée point de ramollissement, il est défini en Algérie par la norme NA2617. Cette mesure est liée aussi à la viscosité.

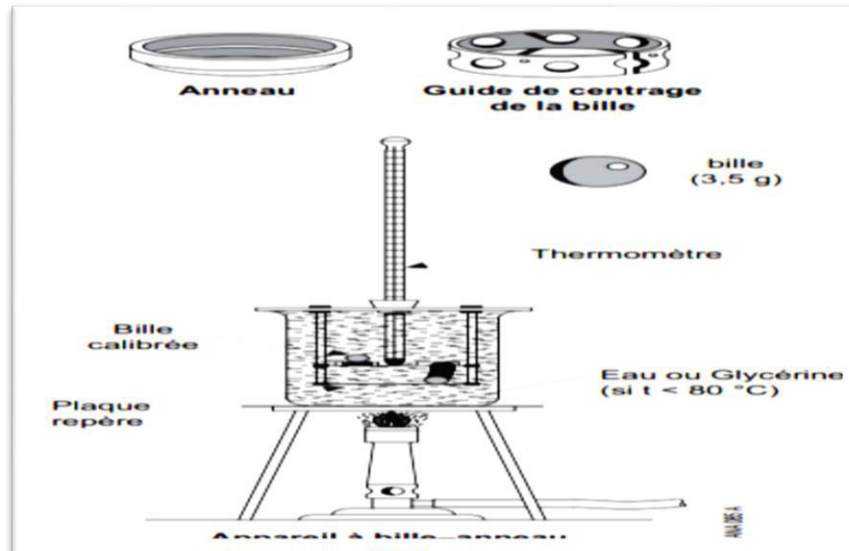


Figure II-2 : Point de ramollissement.

### II.7.3. Point d'éclair

C'est la température à laquelle il faut porter un produit pétrolier liquide pour qu'il émette dans des conditions normalisées, des vapeurs en quantité suffisante pour que celles-ci puissent s'enflammer en présence d'une flamme. La méthode est définie sous la référence ASTM D 92.

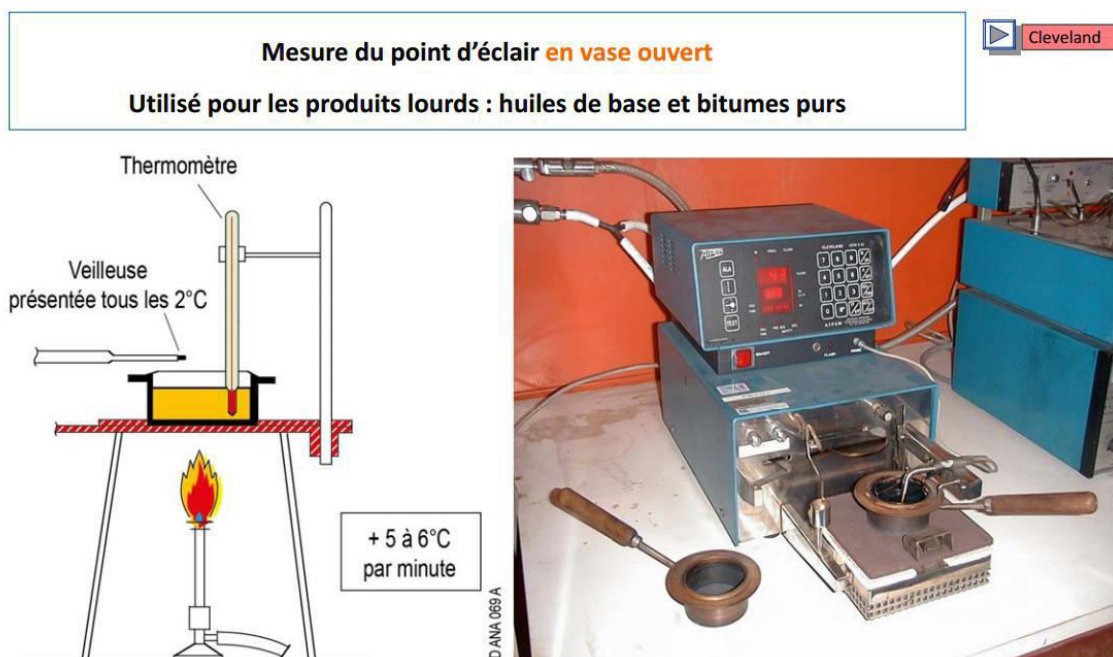


Figure II -3 : Mesure de point d'éclair.

Cette méthode de mesure du point d'éclair s'applique aux produits très lourds comme les huiles de base et les bitumes purs.

Dans cet essai l'échantillon est placé dans un creuset ouverte .le produit est chauffé peu a peu et le point d'éclair est atteint quand les vapeurs qui s'échappent deviennent suffisamment riches en hydrocarbures pour s'enflammer en présence de la veilleuse positionnée au dessus de celle-ci.

#### **II.7.4. Masse volumique**

Cette grandeur est mesurée au moyen de pycnomètre (NF T 66-007, ASTM D 70).

#### **II.7.5. Ductilité**

C'est l'allongement, au moment de la rupture, d'une éprouvette de bitume qui est étirée à une vitesse et une température déterminées. Références de la méthode : NF T 66-006, ASTM D 13, IP 32, NA5236.

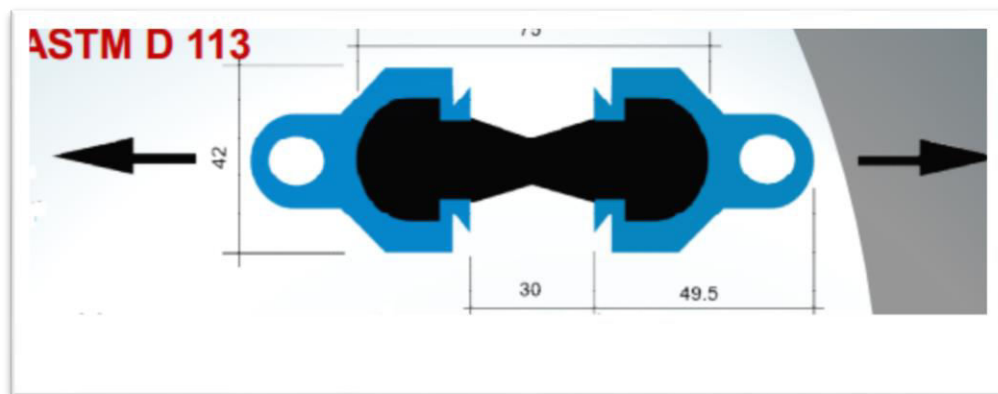


Figure II-4 : Essai ductilité.

### **II.8. BITUMES OXYDES**

#### **II.8.1. Pratique de l'oxydation**

L'oxydation des bitumes s'effectuent avec l'air et consiste essentiellement à éliminer un certain pourcentage d'hydrogène (transformé en eau par l'oxygène), des chaînes d'hydrocarbures ayant pour effet d'obtenir leur condensation en chaînes plus.

Les asphaltènes qui existent dans les bruts sont en état dispersé, sont tenus en cette condition par des résines. Elles ont deux caractéristiques qui les rendent problématiques à un système de raffinerie:

1- elles constituent la plus grande fraction aromatique en pétrole aussi bien qu'être le composant le plus élevé de poids moléculaire,

2- qu'ils n'ont aucun point de fusion défini et restent donc en forme pleine contribuant de ce fait au résidu de carbone.

Les variables déterminantes sont ; la température entrée de la colonne et le vide que l'on peut obtenir. Les bitumes obtenus directement par distillation sous vide constituent les bitumes routiers, utilisés comme élément de cohésion des agrégats minéraux dans la construction de l'asphalte routier.

### **II.8.2. Réaction mise en jeu**

L'oxygène de l'air réagit avec les composants du bitume pour donner naissance à des molécules du asphaltènes par :

- Formation des esters  $R'-COOR$
- Déshydrogénation et création des liaisons carbone-carbone par polymérisation des molécules entre elles.
- L'importance relative de ses réactions dépend surtout de la Température.

### **II.9. CONSTITUTION DES BITUMES**

La configuration de la structure interne des bitumes est déterminée par la constitution chimique des espèces moléculaires présentes. Le bitume est un mélange chimique complexe de molécules, qui sont majoritairement les hydrocarbures, avec une petite quantité des espèces hétérocycliques structurellement analogues et des groupes fonctionnels contenant le soufre, l'azote, et l'oxygène.

Le bitume contient aussi des traces de métaux tels que le vanadium, le nickel, le fer, le magnésium, et le calcium, qui appartiennent sous forme de sels inorganiques et d'oxydes. Les analyses élémentaires des bitumes issus d'une variété de pétrole brut montrent que la majorité des bitumes contiennent :

- le carbone : 82-88% ;
- l'hydrogène : 8-11% ;
- le soufre : 0-6% ;
- l'oxygène : 0-1.5% ;
- l'azote : 0-1%.

La composition précise varie selon la source du pétrole brut, et les modifications introduites par la semi oxydation et l'oxydation lors de la fabrication.

La composition chimique du bitume est trop complexe, donc une analyse complète de bitume (si c'est possible) serait extrêmement laborieuse, et produit une grande quantité de données de telle sorte que la corrélation avec les propriétés rhéologiques ne serait pas pratique, si ce n'est pas impossible. Cependant il est possible de séparer le bitume en deux larges groupements chimiques appelés les asphaltènes et les maltènes. Les maltènes pourraient être encore subdivisés en hydrocarbures saturés, aromatiques, et résines. Les quatre groupes ne sont pas bien définis et il y a un certain chevauchement entre les groupes.

Les méthodes de séparation de bitumes en fractions peuvent être classées comme suit :

- Extraction aux solvants ;
- Adsorption ;
- Chromatographie ;
- Distillation moléculaire utilisé en conjonction avec l'une des techniques ci-dessus.

L'extraction aux solvants est attractive comme elle est une technique relativement rapide, mais la séparation obtenue est généralement plus pauvre que celle de la chromatographie où l'effet du solvant est combiné avec une adsorption sélective. De même les méthodes d'adsorption simples ne sont pas efficaces comme la colonne de chromatographie dans laquelle la solution d'élution est constamment réexposée à l'adsorbant frais et aux différentes conditions d'équilibre au cours de son chemin vers le bas de colonne. (La solution d'élution est celle utilisé pour retirer la substance adsorbée par lavage). La distillation moléculaire est lente et présente des limitations en ce qui concerne la surface dans laquelle la séparation et la distillation des composants bitumineux a haut poids moléculaire peuvent être effectuées.

Les technique chromatographiques sont donc les plus largement utilisées pour définir la constitution du bitume. La base de la méthode est initialement de précipiter les asphaltènes en utilisant le n-heptane suivi par une séparation chromatographique des matières restante.

La figure II-5 montre la représentation schématique de la méthode chromatographique. En utilisant cette technique, les bitumes peuvent être séparés en quatre groupes : asphaltènes, résines, aromatiques et hydrocarbures saturés.

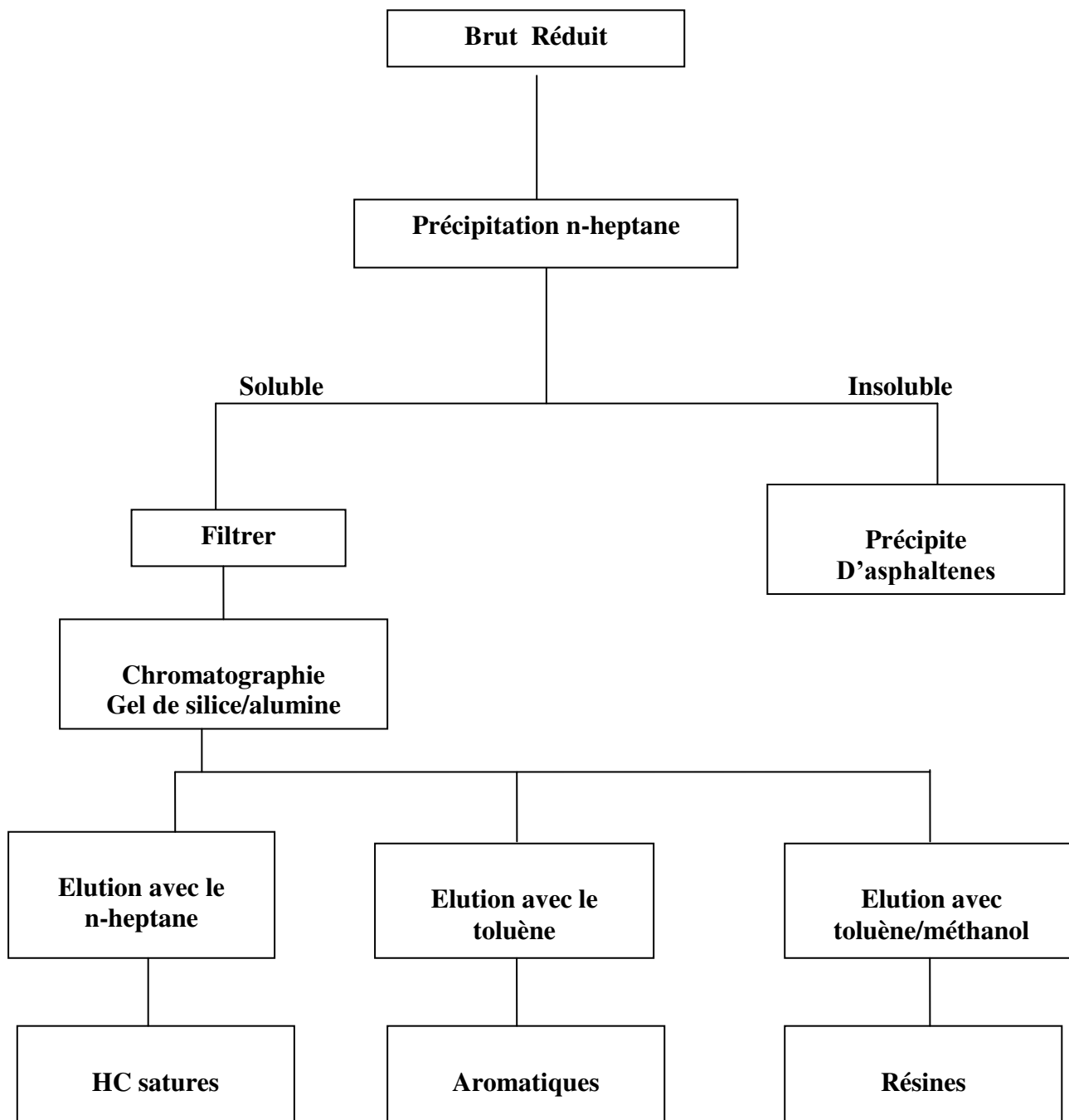


Figure II-5 : Représentation schématique des analyses de la composition chimique des bitumes.

### II.9.1. Les asphaltènes

Ce sont des solides amorphes insolubles dans le n-heptane, de couleur noir ou marron. Ils contiennent en plus du carbone et d'hydrogène, un peu de soufre, azote, et oxygène. Les asphaltènes sont généralement considérés comme des composés aromatiques à haut poids moléculaire et de haute polarité.

Les différentes méthodes de détermination de la masse moléculaire ont conduit à des différentes valeurs allant de 600 à 300000 dépendant de la technique de séparation utilisée. Cependant la majorité des tests indique que le poids moléculaire des asphaltènes est compris entre 1000 et 100000, ils ont une taille de particule de 5 à 30 nm, et un rapport hydrogène/carbone d'environ 1.1.

La teneur en asphaltènes a un grand effet sur les caractéristiques rhéologiques des bitumes.

L'augmentation de la teneur en asphaltènes produit un bitume dur, plus visqueux, avec une basse pénétrabilité, un point de ramollissement élevé. Les asphaltènes constituent 5 à 25% des bitumes.

La figure II-6 montre la structure chimique des asphaltènes.

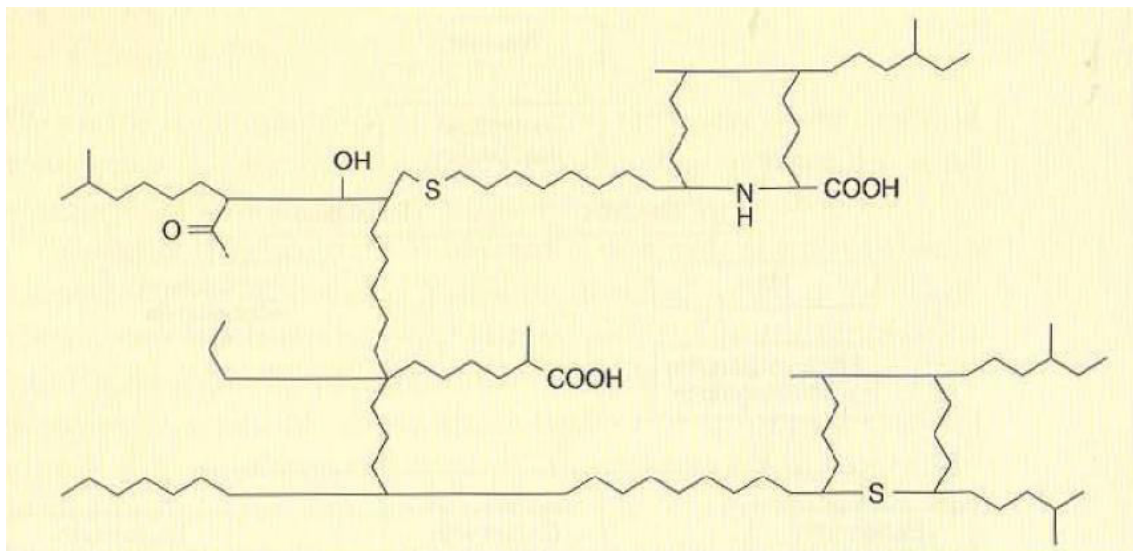


Figure II-6 : Structure des asphaltènes

### II.9.2. Les résines

Les résines sont solubles dans le n-heptane. Comme les asphaltènes, elles sont largement composées d'hydrogène et de carbone et de petites quantités d'oxygène, de soufre et d'azote. Elles sont de couleur marron foncée, solide ou semi solide et polaire. Elles sont fortement adhésives.

Les résines sont des agents dispersants ou peptisants pour les asphaltènes. Les résines ont un poids moléculaire compris entre 500 et 50000, une taille de particule de 1 à 5 nm et un rapport atomique H/C de 1.3 à 1.4.

### II.9.3. Les aromatiques

Les aromatiques constituent 40 à 65% du bitume, présent sous forme d'un liquide visqueux de couleur marron foncé. Leur poids moléculaire est compris entre 300 et 2000. (Figure III-3).

### II.9.4. Les hydrocarbures saturés

Ce sont des hydrocarbures aliphatique à chaîne linéaire ou ramifié avec des alkyl-naphténiques et quelque alkyl-aromatiques. Ce sont des huiles visqueuses non polaires de couleur beige ou blanche. Leur poids moléculaire est similaire à celui des aromatiques. Ils constituent 5 à 20% du bitume. La figure III-4 montre deux différentes structures saturées.

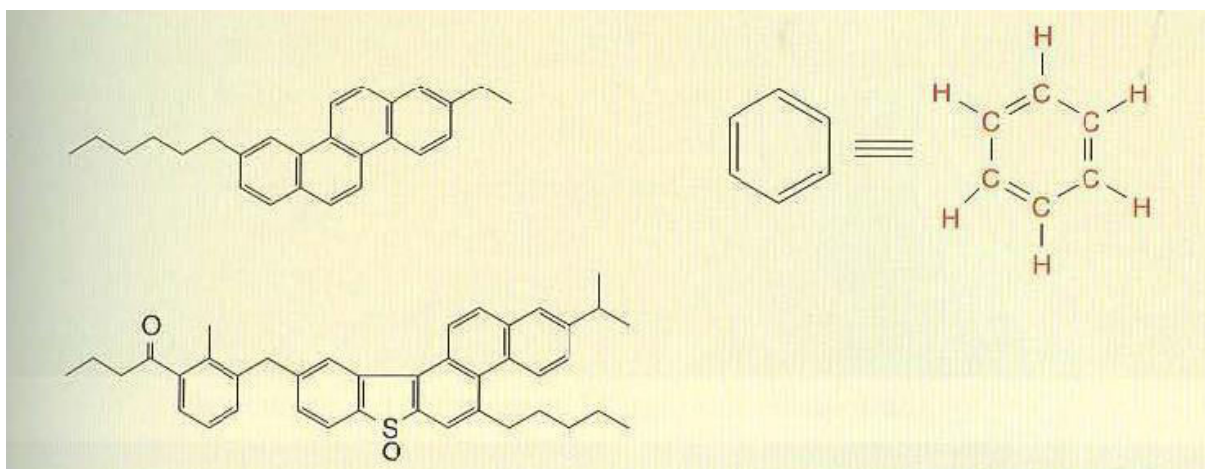


Figure II-7 : Structure des aromatiques

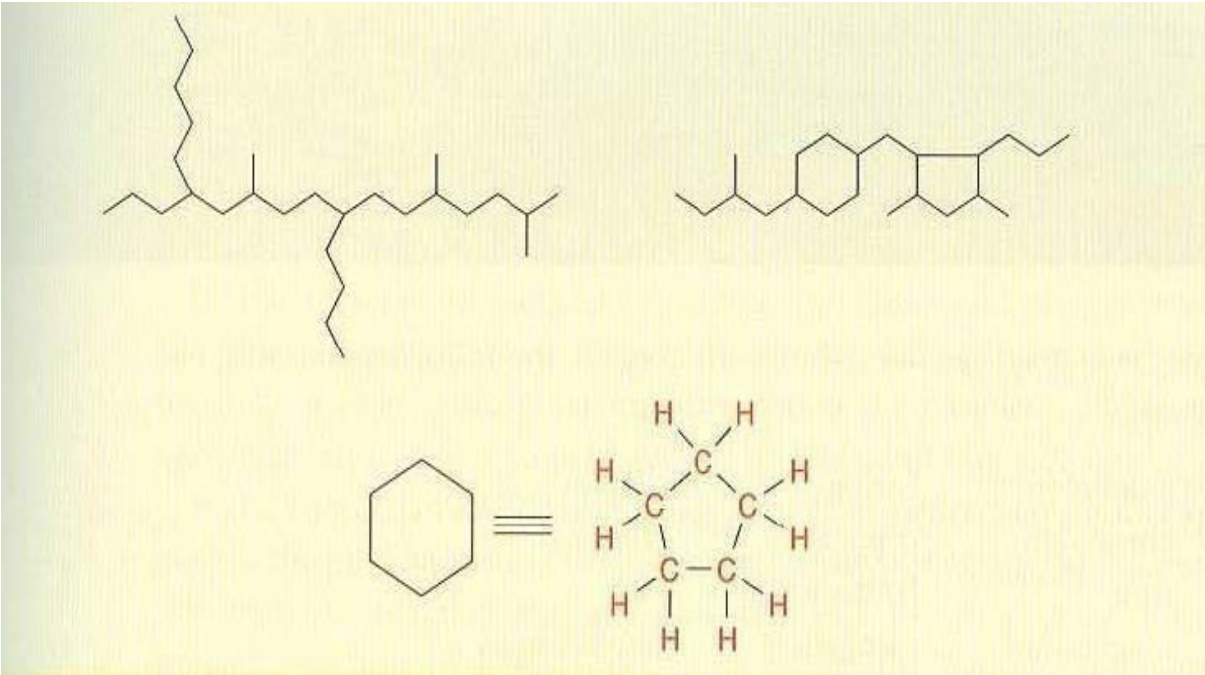


Figure II-8 : Structure des hydrocarbure saturés

# Chapitre III

## **Présentation de la zone 10**

### III.1. INTRODUCTION

La zone 10 est composée de 2 principales unités :

- **Unité 14:** Pour la production du bitume routier ;
- **Unité 15:** Pour la production du bitume oxydé.

Une troisième unité permet le conditionnement, le stockage et l'expédition des produits, c'est l'unité 45.

Vu la faible teneur en asphalte dans le brut algérien, les bitumes sont fabriqués à partir d'un brut réduit importé. C'est à dire un brut qui a déjà subit une distillation atmosphérique, c'est le résidu de cette première opération qui va servir à cette production. Les caractéristiques du brut importé sont représentées dans le tableau III-1.

Dans la chaîne du processus de fabrication, les unités de bitume sont indépendantes de toute autre unité de production. Vu sa matière première, il n'a recours qu'à la zone des utilités pour une alimentation en vapeur, eau etc. Nécessaire à la fabrication[5].

**Tableau III-1 :** Caractéristiques du BRI

Test	Methode	Norme
Densité 15/4	ASTM D4052-96	0,9700 Min
Viscosité à 50°C	ASTM D445-96	800/1800 Cst
Point d'écoulement °C	ASTM D97-96	+12
BSW	ASTM D95-93 ASTM D473-81	0,2 Max
Sulfure % Pds	ASTM D2622-94	4 Max
Asphaltènes % Pds	IP 143-84	8 Min
Distillation 3% vol	ASTM D1160-93	>= 270
Distillation 5% vol	ASTM D1160-93	>= 300
Distillation 45% vol	ASTM D1160-93	>= 465
Point de flash	ASTM D93-96	>= 110

**III.2. DESCRIPTION DE L'UNITE 14**

Cette unité d'une capacité de traitement de 278520 T/An est destinée pour produire à partir d'un brut réduit importé les produits suivants :

- LVGO ;
- MVGO ;
- HVGO ;
- BITUME.

Le bitume 40/50 est le produit principal de cette unité, ces spécifications sont représentées dans le tableau III-2.

Cette unité comprend deux sections :

- Flashing sous vide ;
- Semi Blowing.

**III.2.1. Section flashing sous-vide**

Dans cette section le BRI est aspiré des bacs T525/T526 à 70-80°C par la pompe de charge 14G1A/B est refoulé à 18Kg/cm<sup>2</sup> à travers la vanne automatique 14FIC-4, le produit est chauffé à 245°C par échange de chaleur par l'intermédiaire d'une batterie d'échangeurs :

- Dans l'échangeur du gaz oil moyen (14E1) ;
- Dans l'échangeur du gaz oil lourd (14E2) ;
- Dans l'échangeur fond 14C2 (14E11) ;
- Dans les échangeurs de fond 14C1 (14E3A/B/C).

**Tableau III-2 : Spécifications du bitume 40/50**

Caractéristique	Unité	Méthode d'essai	Norme
Pénétrabilité à 25°C	0,1 mm	NA5192	<b>40-50</b>
Point de ramollissement	°C	NA2617	<b>47-61</b>
Résistance au durcissement à 163°C		NA5113	
Variation de masse, max, + -	%		<b>0,5</b>
Pénétrabilité restante, min	%	NA5313	<b>50</b>
Point de ramollissement après durcissement, min	°C	NA2617	<b>49</b>
Augmentation du point de ramollissement, max	°C	NA2617	<b>9</b>
Augmentation de l'indice de pénétrabilité min, max	°C		<b>-1.5</b> <b>+0.7</b>
Point d'éclair, min	°C	NA1440	<b>250</b>
Teneur en paraffines, max	% (mm)	EN12606-1	<b>2,2</b>
		NA5225	<b>4,5</b>
Solubilité, min	% (mm)	NA5271	<b>99,0</b>
Ductilité à 25°C	Cm	NA5236	<b>&gt;= 60</b>

Ensuite, il passe à travers le four 14F1, le four est composé d'une seule passe. Le BRI pénètre dans le four à une température de 245°C pour être réchauffé à une température variable suivant le brut réduit importé, à la sortie du four le produit subit une injection de vapeur de dilution qui a pour rôle d'activer la vitesse du BRI et sort du four avec une température comprise entre 360- 375°C qui est contrôlée par 14TIC-1 (sortie 14F1). Les brûleurs du 14F1 sont de type mixte (fuel gaz, fuel oil et gaz de tête). (Figure III-1).

La charge provenant du four pénètre en zone de flash de la colonne sous-vide en deux phases, les gaz s'acheminent vers le haut et le liquide se dirige vers le fond de la colonne 14C1.

La colonne sous-vide est composée de plateaux et d'une injection de vapeur de stripping (3kg/cm<sup>2</sup>) surchauffée à travers le four à 320°C.

Le fond C1 est un mélange bitume + gaz oil très lourd aspiré par la pompe 14G2A/B traverse les échangeurs 14E3A/B/C côté calandre et passe à travers la vanne de charge 14FIC103A, puis entre dans le ballon 14D1 (amortisseur) et s'écoule dans la colonne d'oxydation 14C2, cette charge provenant du fond de la sous-vide servira pour l'obtention des bitumes routiers.(Figure III-2)

Les coupes latérales sont soutirées des plateaux suivants :

- Gaz oil léger plateau N°6 ;
- Gaz oil moyen plateau N°12 ;
- Gaz oil lourd plateau N°18.

La coupe du gaz oil léger est reprise par la pompe 14G5, une partie est renvoyée comme reflux de tête 14C1 passe à travers un aero-réfrigérant 14E6 dont la température est contrôlée par la TIC-4 et le débit par la 14FIC-10, l'excédent du niveau est contrôlé par LIC-1 et se dirige vers le fuel ou la ligne GOMI (marche intérieur). Une partie du gaz oil léger est stockée manuellement à partir de la FIC-10 (vanne de reflux) vers le bac 49T524, ce bac est prévu lors du rinçage des installations de bitume routier et oxydé.

La coupe du gaz oil moyen est soutirée par les pompes 14G4A/B et traverse l'échangeur 14E1 partie faisceau (BRI côté calandre), dont une partie servira de reflux après refroidissement dans l'aero-réfrigérant 14E7 et dont le débit est contrôlé par la FIC-8 et la température par la TIC-3, l'excédent de la coupe est transféré vers fuel composant par la vanne de niveau 14LIC-2.

La coupe de gaz oil lourd est aspirée par la pompe 14G3A/B et passera par l'échangeur 14E2 côté faisceau (BRI côté calandre) et dont une partie sera prélevée comme reflux après refroidissement dans l'aero-réfrigérant 14E5 dont le débit est contrôlé par la 14FIC-12 et la température par la TIC-5.

L'excédent de la coupe est envoyé vers fuel par la vanne de niveau ligne 14LIC-3, en fonctionnement normal une partie du gaz oil sera transférée après refroidissement dans l'échangeur à eau 14E9 vers les bacs T520/T521 pour servir de mélange qui composera la charge ( bitume +gaz-oil lourd ) d'oxydation dont le débit est contrôlé par la FIC-101A, cette même gaz oil est utilisée lors des transferts du gaz-oil lourd vers le bac 49T522 et qui servira d'appoint pour constituer la charge d'oxydation et cela lors d'un arrêt prolongé du flashing- sous vide.

L'excédent des coupes de gas-oil lourd, moyen et léger formera un seul produit dans l'aéro-réfrigérant 14 E 8 puis envoyé comme composant de fuel H.T.S en raison de sa haute teneur de soufre. (Figure III-3). Le vide dans le flashing 14C1 est de 25mmHg en tête et de 45mmHg en zone de flash. Les gaz passant à travers la ligne de tête 14C1 est aspiré par une batterie d'éjecteurs 14K1A/B/C/D à une pression de vapeur de 17kg/cm<sup>2</sup> puis refroidi successivement dans les condenseurs 14E4A/B/C le gaz condensat est recueilli par les jambes barométriques puis acheminés vers le HOT-WELL et se dirige vers le PPI-API, les incondensables seront recueillis par un reniflard et se dirigent vers atmosphère ou utilisés comme combustible dans le four 14F1 par l'intermédiaire de l'éjecteur 14K2. (Figure III-4)

### **III.2.2. Section semi- blowing**

Cette section est alimentée par le fond 14C1, et après échange de chaleur dans les 14E3 A/B/C côté calandre et contrôle de débit par 14FIC-103A (vanne de charge), le produit traverse le ballon amortisseur 14D1 équipé de régulateur de niveau (14LIC-101) de la 14C2 (colonne d'oxydation).

Après oxydation à l'air provenant des compresseurs 14G7A/B/C, le produit de fond est aspiré par la pompe 14G8A/B et après passage dans l'échangeur 14E11 côté calandre il est stocké par la vanne de niveau la 14LIC-101 dans les bacs T501/T502/T511/T106/T523 à une température de 160°C.

L'échangeur de chaleur le 14E10 continuellement by passé car on évite de faire passer le bitume dans cet échangeur après sa sortie du 14E11 et ceci pour gagner le maximum de calorie au niveau des bacs de stockages.

La colonne d'oxydation 14C2 munie d'une injection d'air en fond de colonne et dont le débit est contrôlé par la vanne 14FIC-103 suivant l'indication de température du bain du produit représenté par la 14TIC-102.

Il y a également deux injections de vapeur contrôlée par la 14FIC-102, l'une en surface du bain a pour rôle l'étouffement du bain et l'autre en tête de colonne a pour but d'éviter les entraînements du produit par la tête de colonne.

Les gaz de tête de la colonne d'oxydation 14C2 composés de gaz d'HC + vapeur d'eau sont acheminés vers la colonne d'épuration 14C3 pour une condensation maximale des gaz d'HC en utilisant les pompes 14G9A/B de fond de la 14C3 et l'aéro-réfrigérant 14E12 dont le

débit est contrôlé par la 14FIC-104 et la température assurée par 14TIC-108 et reflux vers la tête de colonne à 95°C et le surplus se dirige vers fuel H.T.S.

Les gaz de tête de 14C3 composés de vapeur d'H<sub>2</sub>O et des traces d'HC sous forme de vapeur sont envoyés vers le ballon séparateur 14D2 pour une meilleur retenu des condensats puis dirigés sur le 14K4 incinérateur pour être brûlé au maxi à une température de 750°C afin d'éliminer les odeurs (H<sub>2</sub>S) résultant des gaz d'oxydation.

NB : il y a une injection d'Asphalte de l'unité 22 (Zone 7) et de l'unité 200 (Zone 5) avec FC1 vers semi- blowing pour valorisation. (Figure III-5).

**III.3. DESCRIPTION DE L'UNITE 15**

L'unité est destinée à produire des bitumes à haut point de ramollissement, elle traite une charge appelée BLOWING-STOCK qui est un mélange approprié de bitume et de gas-oil lourd provenant de l'unité de flashing sous vide. Le principe de son fonctionnement est de traiter la charge en injectant de l'air (réaction exothermique). Cette unité peut produire trois sortes de bitumes :Le bitume oxydé de spécification 85/25, 90/40 et 115/15 avec une production annuelle de 20.000T/AN. Le tableau III-2 représente les spécifications de la charge (blowing stock) en fonction des produits désirés, et le tableau III-4 représente les spécifications des produits de l'unité 15.

**Tableau III-3 : Spécifications de la charge (Blowing stock)**

<b>Produit a obtenir</b>	<b>Viscosité de la charge (Blowing stock)</b>
Bitume 85/25	450+- 20 cst
Bitume 90/40	200+- 20 cst
Bitume 115/15	350+- 20 cst

Tableau III-4 : Spécifications des produits de l'unité 15

Classes	Penetration a 25°C (x0.1mm)	Point de ramollissement (°C)	Point de flash (°C)	Ductilité a 25°C (Cm)	Densité
<b>Bitume 85/25</b>	20-30	80-90	>=230	3 mini	1.01
<b>Bitume 90/40</b>	35-45	85-95	>=230	3 mini	1.06
<b>Bitume 115/15</b>	10-20	110-120	>=230	3 mini	1.06

La produit (BLOWING-STOCK) provenant du T520/T521 à 160°C est aspiré par la pompe 15G1A/B (pompe volumétrique) être foulé vers la ligne de charge.

Une partie revient vers le bac de charge pour recyclage contrôlé par HC-2 et une partie contrôlée par FIC-1 se dirige vers le four 15F1( four en forme de poire ) et sort à 225°C et ensuite le produit alimente le four 15F2 et sort à 235°C et s'achemine vers le ballon amortisseur 15D1 puis alimente la colonne d'oxydation 15C3.

Dans l'appareil de soufflage l'air est introduit par le fond 15C3, il circule à contre courant de la charge ce qui accélère la réaction d'oxydation. Comme ces réactions sont exothermiques on peut régler la température de surface 15C3 en contrôlant la quantité d'air introduite (régulation en cascade 15TIC-3 commande 15FIC-4). De plus, pour maintenir cette température stable et ainsi que pour rendre les réactions homogènes, du bitume est soutiré par une sortie latérale de l'appareil de soufflage, alors que l'oxydation n'est pas complète, pour être introduit en recyclage à l'entrée du four 15F1.

La quantité peut être mesurée à l'aide d'un indicateur de débit 15FI-2A, la raison pour laquelle on recycle ainsi une partie de l'huile par la pompe 15G2A/B est qu'il faut accélérer la vitesse d'écoulement de l'huile de la charge dans le four (vitesse. requise 1.2 m/s). Une vitesse trop lente pouvait entraîner la décomposition de l'huile et formera un dépôt sur les serpentins des fours 15F1/F2. La pression est contrôlée par le PIC-3 et retour à l'aspiration de la pompe.

**III.3.1. Circuit de fond de la colonne 15C3**

Le produit de spécifications voulu sort du fond 15C3 est aspiré par la pompe 15G3A/B et refoulé vers les bacs de stockage T508/T503/T504/T506/T507/T509, après avoir été contrôlé par le niveau du bain 15LIC-1, ce dernier agit sur la 15HIC1-B (vanne de retour de l'aspiration 15G3A/B).

**III.3.2. Réservoir tampon**

La raison pour laquelle on a installé le réservoir tampon est que la surface de l'huile dans l'appareil à air soufflé est constamment agitée par le soufflage et ne peut être mesurée et ajustée facilement, le tuyau sortant du sommet du réservoir sert de tuyau d'échappement pour le gaz de décomposition et se relie avec la conduite de tête de la 15C3 et ensuite les gaz s'acheminent vers la colonne d'épuration 15C1.

**III.3.3. Circuit d'air de soufflage 15C3**

L'air de soufflage pour l'oxydation provient des compresseurs 14G7A/B/C, le débit est régulé par la 15 FIC-4, le contrôle s'effectue suivant une chaîne en cascade 15TIC-3, 15FIC-4.

**III.3.4. Circuit de vapeur soufflage 15C3**

Au sommet de la colonne, il y a deux injections de vapeur qui introduisent de la vapeur pour éviter la combustion spontanée des huiles de décomposition ou l'explosion des gaz émanant de la charge et mélangée à l'air.

Les deux injections de vapeur sont contrôlées par la 15FIC-3, les orifices des injections à vapeur sont dirigés vers le bas face au bain de la colonne, le débit est indiqué par le FI-2et une injection en tête, pour éliminer les gouttelettes montantes vers la tête.

Les gaz du 15D1 et 15C3 se dirigent vers 15C1 (la pression est indiquée par le 15PI-4) La pompe 15G5 aspire du fond de la 15C1 et refoule vers l'aero-réfrigérant 14E2, la température de reflux est contrôlée par la 15TIC-5 et le débit par la 15FIC-7 vers la tête de la 15C1, ensuite le surplus est contrôlé par la vanne du niveau 15LIC-3 et se dirige vers F.C.

(Figure III-7)

**III.3.5. Epurateur- séparateur 15C2**

Cette colonne sert à épurer et refroidir le gaz de rejet sortant de la tête 15C1. L'épurateur et le déshumidificateur sont installés à l'intérieur d'une même tour, l'épurateur comprend 05 étages de plateaux perforés.

Pour avoir un niveau, l'eau de refroidissement est introduite par la partie supérieure et descend les 5 étages, tandis que les gaz de rejet entrent par le bas et s'échappent à travers les perforés.

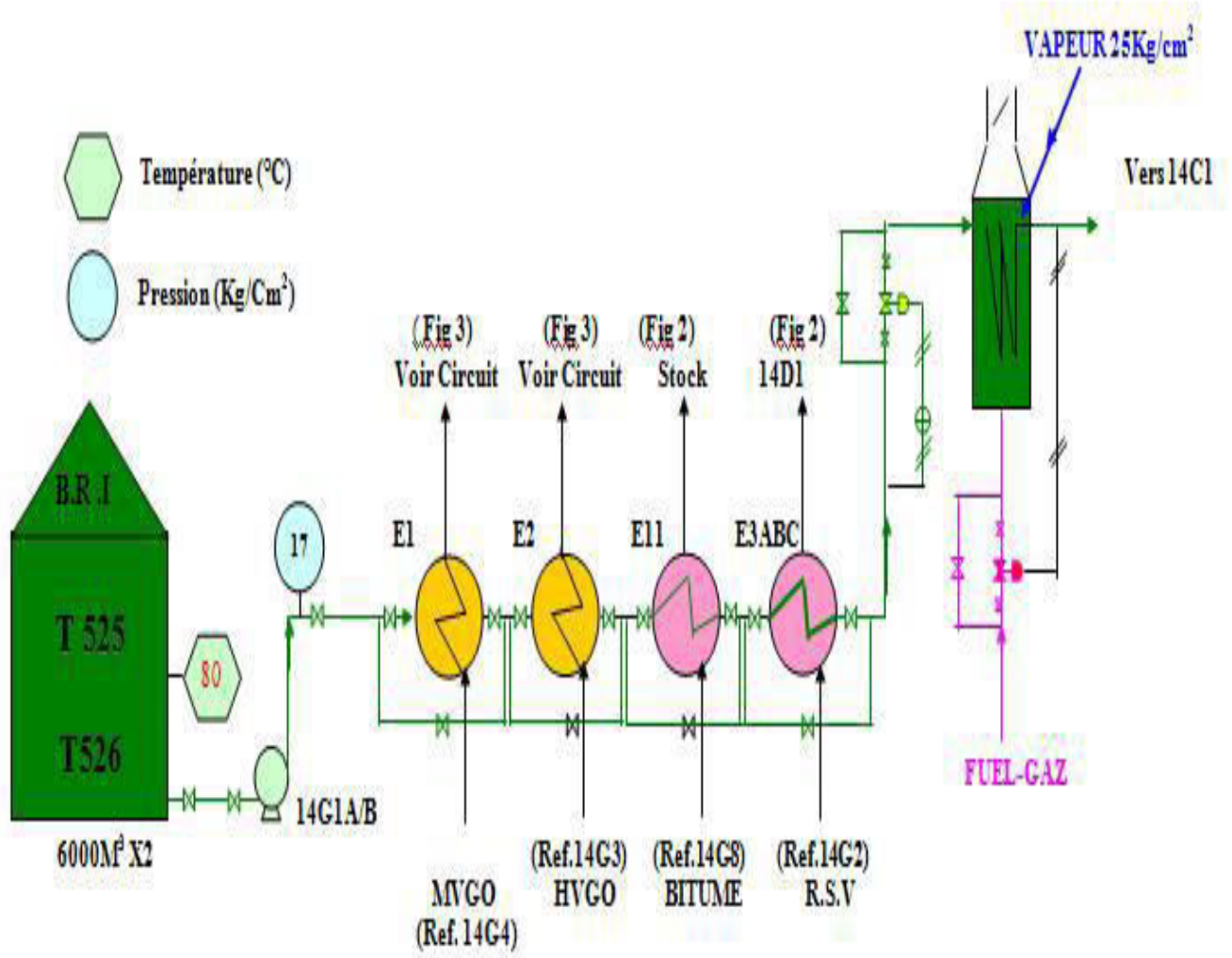


Figure III-1 : Circuit de charge de l'unité 14



Temperature °C



Préssion kg/cm2

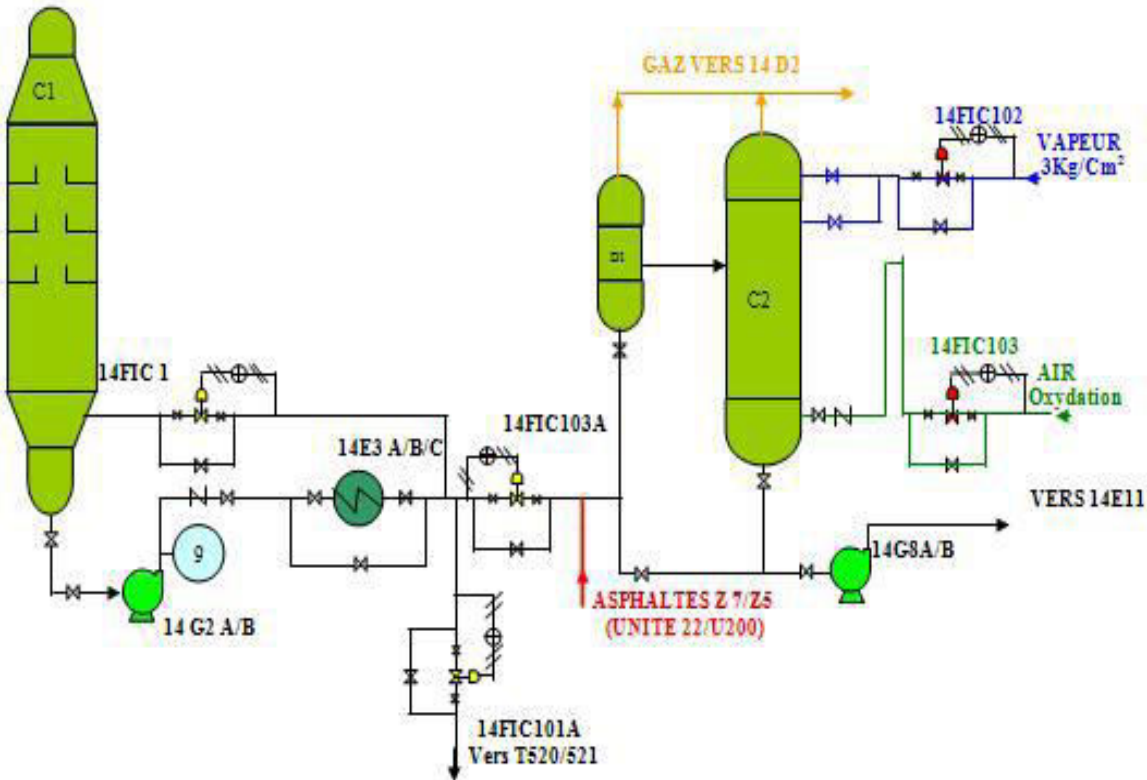


Figure III-2 Circuit de fond de la colonne sous vide

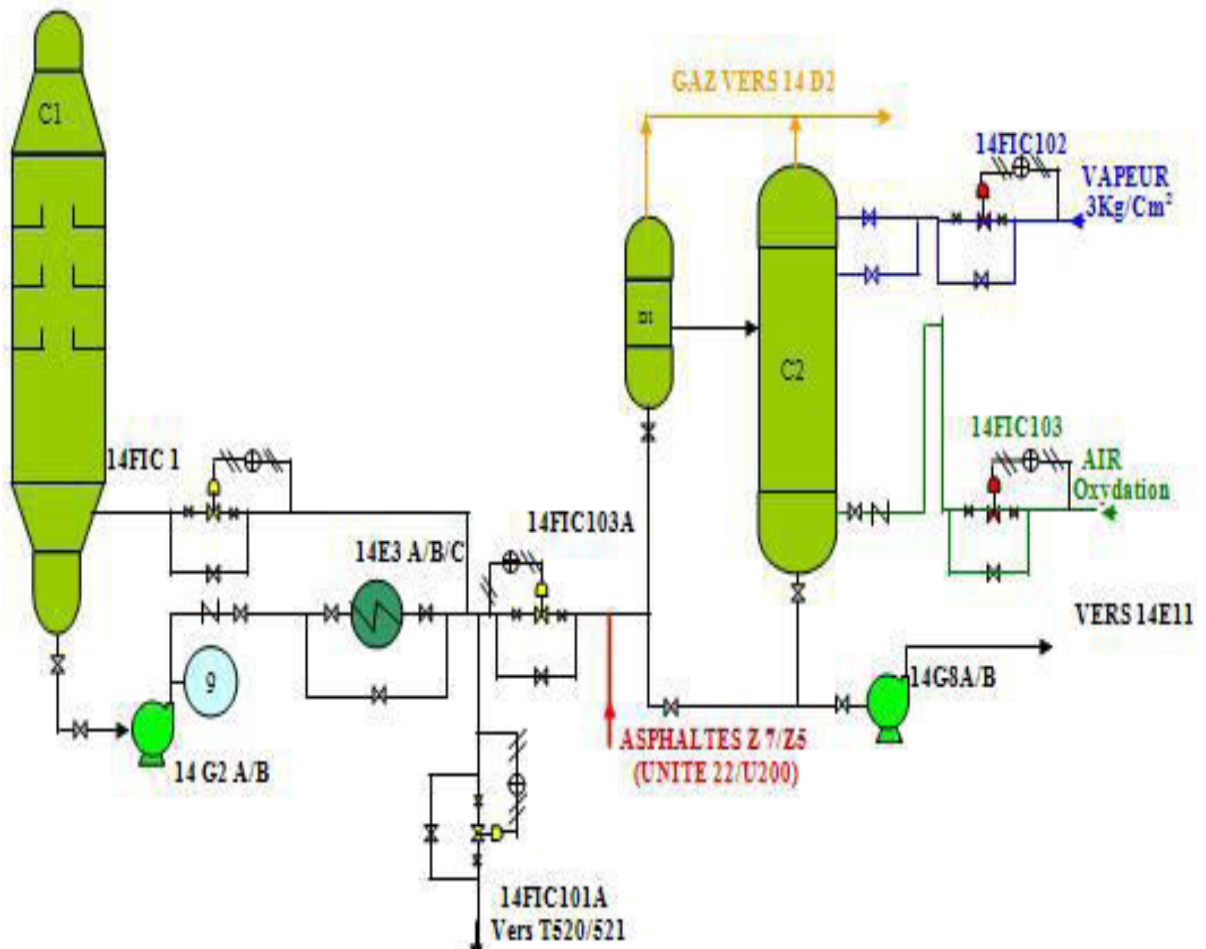


Figure III-3: Circuit des soutirages latéraux de la colonne sous vide

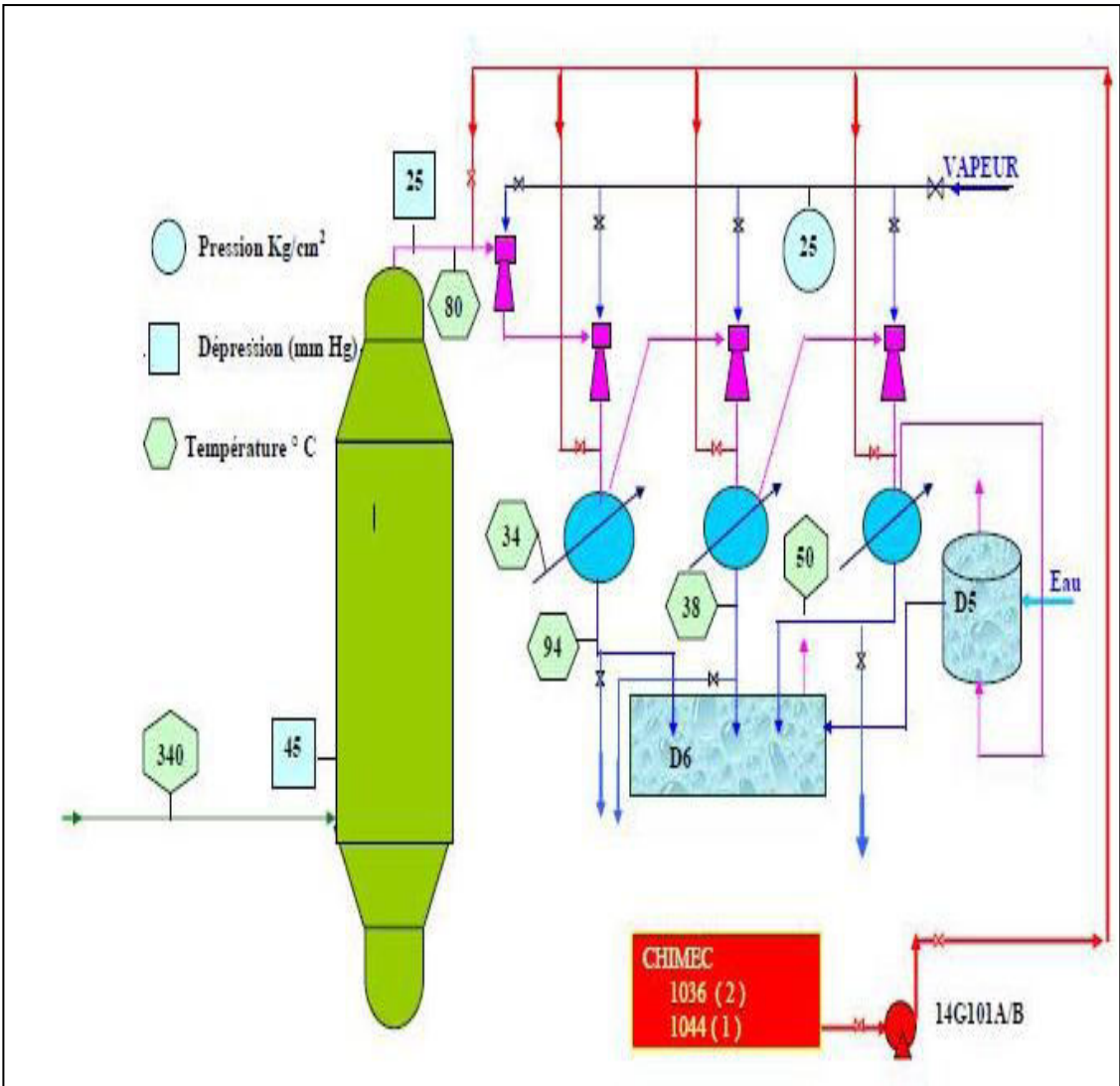


Figure III-4 : système sous vide

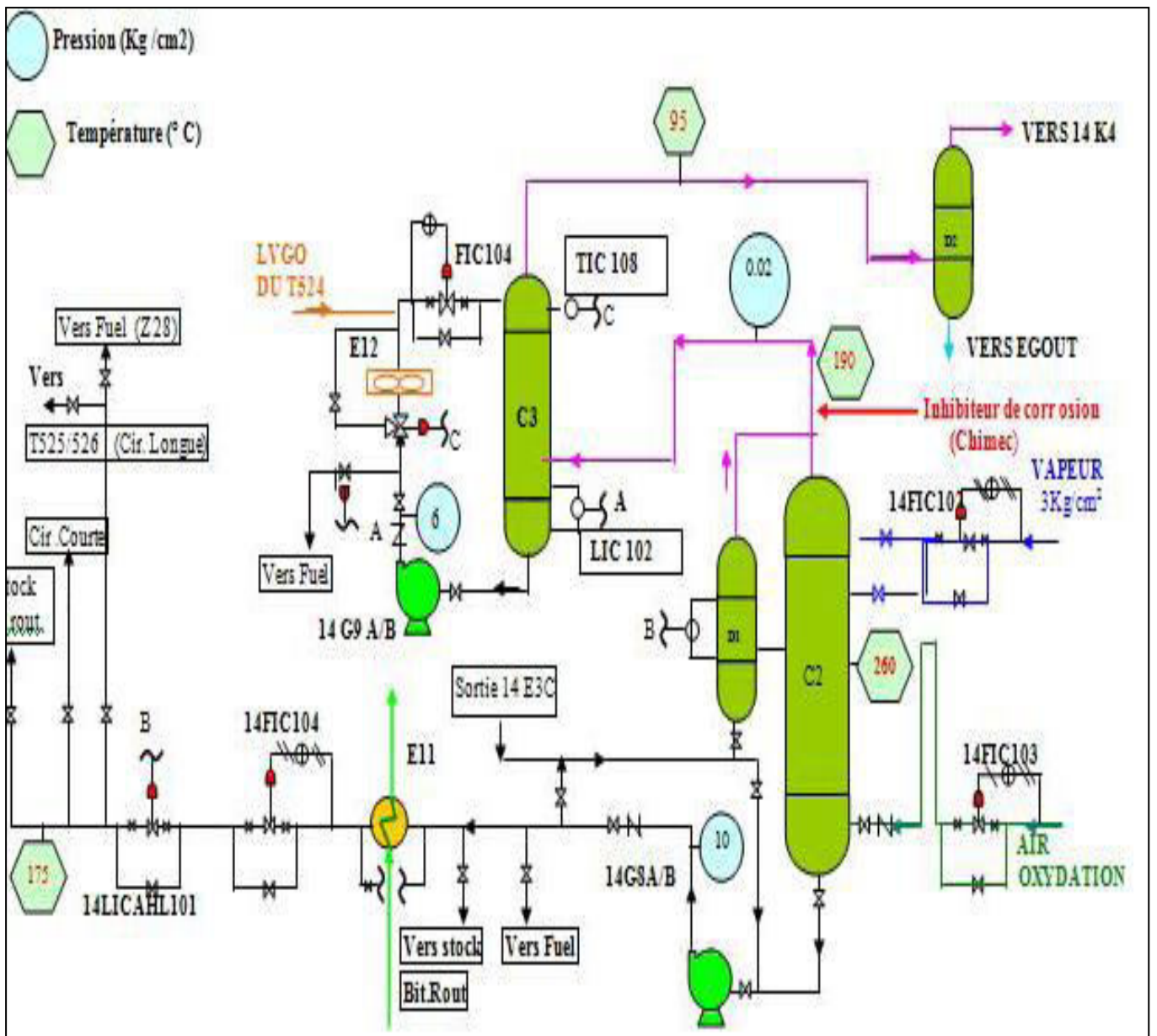


Figure III-5 : Circuit de l'oxydation (unité 14)

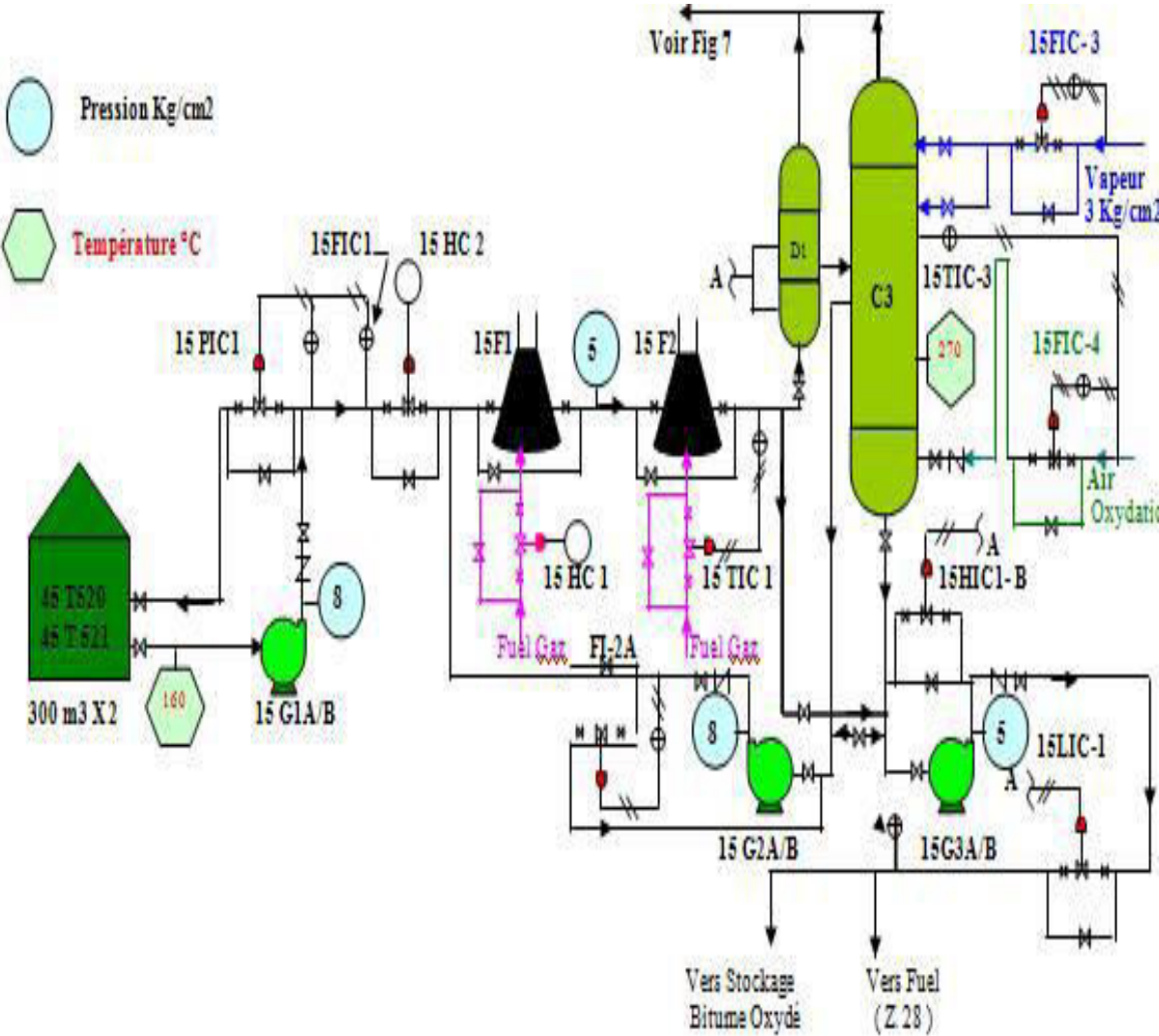


Figure III-6 : Schéma de fabrication du bitume oxydé (unité 15)

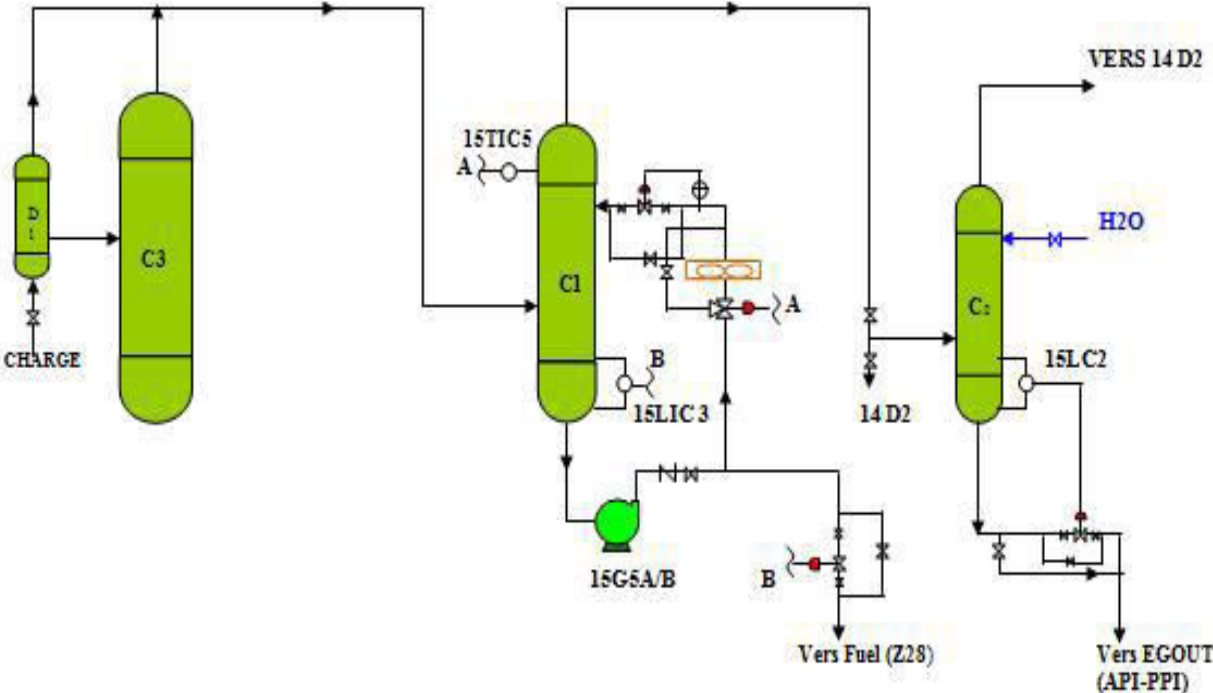


Figure III-7 : Circuit de tête de la colonne 15C3

# Chapitre V

## **Les risques d'utilisation des bitumes**

**IV.1. BRULURES PAR LES BITUMES**

En règle générale, le bitume est fabriqué, stocké, transporté et manipulé à des températures élevées. Le plus grand danger est donc le risque de brûlures sévères. Il existe plusieurs cas où les membres du personnel risquent d'être couverts de bitume chaud, parmi lesquels :

- Rupture d'un flexible.
- Débordement d'un camion ou d'une cuve de stockage.
- Obstruction d'une vanne avec son bouchon dégagé.

• Prélèvement d'échantillons lorsque le personnel ne possède pas l'équipement de protection personnelle (EPP) ou l'expérience nécessaire pour ouvrir la vanne. Pour minimiser ce risque, il est indispensable de toujours porter un EPP et de suivre les procédures professionnelles appropriées.

Nous recommandons d'installer une douche de sécurité à proximité (dans un rayon de 20 mètres) de la zone de chargement/ Déchargement.

**❖ Premiers secours en cas de brûlures :**

En cas d'accident, la partie du corps touchée doit être refroidie le plus rapidement possible pour minimiser les dégâts provoqués à la peau par la chaleur. La brûlure doit être saturée d'eau froide pendant au moins 10 minutes (pour la peau) et pendant au moins 5 minutes (pour les yeux). Il faut cependant éviter l'hypothermie.

Ne jamais tenter d'enlever le bitume des parties brûlées !

La couche de bitume adhère fortement à la peau - toute tentative d'élimination du bitume doit être réalisée dans un établissement médical, sous la supervision d'un médecin.

Le bitume froid formera une couche étanche et stérile sur la brûlure, qui empêchera celle-ci de sécher. Si le bitume est enlevé de la brûlure, cela pourra aggraver la blessure et entraîner un risque de complications.

En outre, en exposant une brûlure de second degré afin de la traiter, il est possible qu'une infection ou l'assèchement approfondissent la blessure.

## IV.2. BITUME CHAUD EN CONTACT AVEC L'EAU

L'eau entrant en contact avec du bitume chaud risque de provoquer une réaction violente. Au contact du bitume chaud, l'eau s'évapore et prend du volume, ce qui provoque des éclaboussements. Dans une cuve de stockage ou un camion, la pression augmente et peut entraîner une éruption violente de bitume chaud. Le camion ou la cuve fermée risque d'exploser ou de se rompre.

Il est par conséquent indispensable de vérifier l'absence d'eau dans les cuves et les camions.

Exemples de risques de débordement :

- charge d'émulsion de bitume ou de tout autre produit à haute teneur en eau .
- camion froid (condensation/vapeur d'eau).
- eau coincée dans la cuve de stockage.

L'origine la plus courante d'un débordement est que la citerne ou la cuve dans laquelle on charge du bitume a contenu une émulsion de bitume. En effet, l'eau de l'émulsion se vaporise et se dilate. La pression augmente et devient tellement importante que la vapeur expulse le bitume par le couvercle de la citerne ou de la cuve. Si la cuve est fermée, cette augmentation de pression peut provoquer une explosion.

## IV.3. EXPOSITION AUX FUMÉES DE BITUME

Les bitumes chauffés émettent des fumées composées d'une phase gazeuse et d'une phase aérosol. La phase gazeuse est souvent appelée phase « semi-volatile » alors que la phase aérosol est appelée « fumée bleue ».

Les fumées de bitume ne sont pas considérées nocives pour le public, mais une exposition à de fortes concentrations lors de la manipulation du bitume peut entraîner une irritation des yeux et du nez ou des problèmes respiratoires. En travaillant à la température correcte et en utilisant les produits de bitume corrects pour chaque application, on peut réduire les fumées de bitume pendant la manipulation normale.

On recommande de rechercher un bon environnement de travail où toute exposition superflue sera évitée. Dans certaines applications, comme la préparation de mastic bitumineux sous abri (dans les tunnels, bâtiments ou parkings à plusieurs étages), le niveau d'exposition peut être élevé.

Dans ces situations, il faut prévoir une ventilation adéquate (ventilateurs pour tunnel) et il est essentiel d'utiliser les équipements de protection recommandés. Vu la présence de solvants, les bitumes fluidifiés (cut-backs) peuvent provoquer des vertiges ou des nausées lorsqu'ils sont utilisés dans des espaces confinés. Dans ces situations, l'utilisation d'une ventilation adaptée est toujours recommandée.

Les mesures de l'exposition dans les entreprises de construction de routes ont montré que les molécules d'huile légère qui sont présentes dans l'air inhalé proviennent principalement des solvants tels que le diesel, qui sont depuis longtemps utilisés comme agents antiadhésifs et agents de nettoyage lorsqu'on pose le bitume.

Il existe une valeur limite d'exposition aux fumées de bitume en milieu professionnel, fixée à 5mg/m<sup>3</sup> pour une durée d'exposition de 8 heures/jour.

#### **IV.4. SULFURE D'HYDROGENE (H<sub>2</sub>S)**

L'émission de H<sub>2</sub>S issu du pétrole brut et de certains types de produits pétroliers comme le bitume chaud est un cas fréquent dans l'industrie pétrolière. Le sulfure d'hydrogène est un gaz toxique et inflammable plus lourd que l'air qui peut s'accumuler dans les zones basses et les espaces confinés. Il se caractérise par une odeur forte « d'œufs pourris » à faibles concentrations. On ne peut cependant pas se fier à cette odeur pour avertir de la présence de concentrations dangereuses ; en effet, ce gaz neutralise rapidement les nerfs olfactifs, même à des concentrations bien inférieures aux niveaux dangereux. L'odeur de bitume chaud masque également l'odeur d'œufs pourris de l'H<sub>2</sub>S.

Les principaux symptômes de l'exposition à l'H<sub>2</sub>S sont l'irritation des yeux, des nausées, des vomissements, des vertiges et des maux de tête. L'exposition prolongée à des concentrations supérieures à 50 ppm entraîne l'irritation des yeux, du nez, de la gorge et des poumons. Toute exposition à des concentrations supérieures à 500 ppm peut être mortelle. Les niveaux de concentration dépassant 700 ppm provoquent l'inconscience et la victime peut s'effondrer en quelques secondes. Dans les zones de travail ouvertes, il est peu probable que

le sulfure d'hydrogène représente un risque pour la santé. Cependant, le sulfure d'hydrogène peut s'accumuler dans les espaces clos et dans le vide des cuves de stockage qui contiennent du bitume, et peut atteindre des concentrations dangereuses (des concentrations mortelles peuvent même exister). Il existe également un risque de concentrations dangereuses dans le vide des camions et des cuves de stockage plus bas dans la chaîne d'approvisionnement (usines de bitume, etc.).

❖ **Premiers secours en cas d'intoxication :**

Au sulfure d'hydrogène ou d'exposition excessive aux fumées Lorsque les conditions ne présentent pas de risque, déplacer la personne de l'atmosphère contaminée pour la mettre à l'air pur. Les secouristes doivent être équipés d'un appareil respiratoire, d'une ceinture et d'une corde de sécurité et suivre les procédures de secours.

S'ils en ont les compétences, ils doivent immédiatement procéder à la respiration artificielle en cas d'arrêt respiratoire. L'apport d'oxygène peut aider. Demander l'avis d'un médecin pour la suite des soins. Si le gaz a touché les yeux, les laver à l'eau courante pendant au moins cinq minutes et demander l'avis du médecin.

#### **IV.5.DANGER D'INCENDIE ET D'EXPLOSION**

Afin d'éviter les incendies dans les cuves de stockage, le produit doit être stocké à une température inférieure à sa température d'inflammation. Ceci offre une marge de sécurité en cas d'erreur des dispositifs de mesure. Le bitume doit être stocké à 30°C au moins en dessous de son point d'éclair.

- La température d'auto-inflammation du bitume pur est supérieure à 300°C. Il existe un risque d'auto-inflammation en cas de fuite du bitume dans l'isolation des cuves.
- Des dépôts de carbone, qui peuvent être pyrophoriques, peuvent apparaître sur les parois latérales et la paroi supérieure des cuves de stockage du bitume. En présence d'oxygène, ces dépôts peuvent présenter un risque d'auto-inflammation.

**❖ Mesures à prendre pour éviter les incendies et explosions**

- Nettoyer et réparer toutes les isolations endommagées.
- Remplacer l'isolation lorsqu'elle est contaminée.
- Les feux de bitume doivent être éteints par étouffement, afin d'arrêter leur alimentation en oxygène.



**Figure IV-1 : Les feux de bitume**

Conclusion

## CONCLUSION

---

Le bitume est un sous-produit de la distillation du pétrole brut et représente 8 à 10 % de la production d'une raffinerie. Les pétroles bruts permettant de produire du bitume de qualité sont rares. Sur les 1300 pétroles bruts référencés dans le monde, seuls 10 % sont aptes à donner des bitumes respectant les spécifications d'usage et sont appelés « bruts à bitume » sachant que la production en raffinerie avec les mêmes pétroles bruts apporte une stabilité du bitume.

C'est un matériau d'étanchéisation adhésif et non volatil, qui provient des résidus de pétrole brut choisi pour sa haute teneur en asphaltènes, qui est totalement ou presque totalement soluble dans le toluène. C'est un matériau thermoplastique visqueux et élastique, de couleur marron à noire et très visqueux ou pratiquement solide à température ambiante.

En règle générale, le bitume est fabriqué, stocké, transporté et manipulé à des températures élevées. Le plus grand danger est donc le risque de brûlures sévères et l'incendie c'est pour cela qu'il doit être stocké à 30°C au moins en dessous de son point d'éclair.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] P. Wuithier, «Le pétrole, raffinage et génie chimique», classification utilisation des bitumes p603-615
- [2] J-P-WAUQUIER, « Le raffinage du pétrole» volume 1 produits pétroliers schémas de fabrication, Chapitre 6 «Caractéristiques des produits pétroliers non énergétiques », p297, publications de l'Institut Français du Pétrole, EDITION TECHNIP 1994.
- [3] J-P-FAVENNEC, « Le raffinage du pétrole» volume 5 exploitation et gestion de la raffinerie, Chapitre 2 «Produits pétroliers, utilisations, caractéristiques, marchés » p43, publications de l'Institut Français du Pétrole EDITION TECHNIP 1998.
- [4] Dr Jhon Read, Mr David Whiteoak, The shell bitumen handbook 5 édition, Chapter 3 «constitution, structure and rheology of bitumen », p29, Edition Thomas Telford Ltd, London, 2003.
- [5]Manuel opératoire de la zone 10 de la raffinerie d'Arzew



## ANNEXE B : Spécifications des bitumes (EN 12591 2000)

CARACTERISTIQUES		REFERENCES NORMATIVES	CLASSES					
			20 / 30	35 / 50	50 / 70	70 / 100	160 / 220	
Pénétrabilité à 25 °C, 100 g, 5 s	× 0,1 mm	NF EN 1426	20 - 30	35 - 50	50 - 70	70 - 100	160 - 220	
Point de ramollissement bille et anneau (TBA)	°C	NF EN 1427	55 - 63	50 - 58	46 - 54	43 - 51	35 - 43	
Résistance au durcissement RTFOT à 163 °C - Variation de masse après RTFOT, maximum - ou - - Pénétrabilité restante après RTFOT, minimum - Augmentation de TBA après RTFOT, maximum - TBA après RTFOT, minimum		NF EN 12607-1						
	%	NF EN 12607-1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	
	%	NF EN 1426	56	53	50	46	37	
	°C	NF EN 1427	8	8	9	9	11	
	°C	NF EN 1427	57	52	48	45	37	
Point d'éclair, minimum	°C	NF EN 22592	240	240	230	230	220	
Solubilité, minimum	% (m / m)	NF EN 12592	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	
Teneur en paraffines, maximum	% (m / m)	NF EN 12606-2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	

**ANNEXE C : Spécifications des bitumes (NA 5265) version 2006**

Caractéristiques	Unité	Méthode d'essai	Classes									
			20-30	35-50	40-50	50-70	60-70	70-100	80-100	100-150		
Pénétrabilité à 25°C	X0,1m m	NA5192	20-30	35-50	40-50	50-70	60-70	70-100	80-100	100-150		
Point de ramollissement	°C	NA2617	55-63	52-60	47-61	46-54	46-56	43-51	41-51	39-47		
Résistance au durcissement à 163°C		NA5113										
Variation de masse, maxi, +- mini	%		0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1	1		
Pénétrabilité restante, mini	%	NA5313	55	53	50	50	50	46	46	43		
Point de ramollissement après durcissement, mini	°C	NA2617	57	52	49	48	48	45	45	41		
Augmentation du point de ramollissement, maxi	°C	NA2617	8	8	9	9	9	9	9	10		
Augmentation de l'indice de pénétrabilité mini, maxi	°C	Annexe A de cette norme	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7	-1,5 +0,7		
Point d'éclair, mini	°C	NA1440	250	240	250	230	230	230	230	230		
Teneur en paraffines, maxi	% (mm)	EN12606-1 NA5225	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5		
Solubilité, mini	% (m/m)	NA5271	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0		
Ductilité à 25°C	Cm	NA5236	>= 25	-	>= 60	-	>= 80	-	>= 100	>= 100		

## ANNEXE D : Spécifications du BRI proposés par Groupement Progetti

Progetti Europa & Global STP Studi Tecnologia Progetti		Projet : PE7107R Docum : RPZ0001 Rév. : 0 Page : 41 sur 42
Réalisation du diagnostic technique et technologique des installation des unités bitumes routiers et oxydés		

résidu, le bitume pourrait avoir une tendance à vieillir jusqu'au point de ne pas respecter la spécification commerciale. Ces analyses sur la charge mettant en évidence la présence éventuelle de produit qu'il a subi cracking.

### Nombre d'acidité

Dans quelques travaux routiers s'utilise du bitume liquéfié à froid ; ce produit normalement est obtenu en faisant une émulsion de bitume avec eau. Un bitume pour être émulsionnable doit avoir une certaine acidité qu'il peut être celle du brut ou obtenue en ajoutant des additifs. Pour savoir si le bitume réalisable de certains BRI et donc émulsionnables sans ajouter des additifs, est suffisant déterminer le nombre d'acidité de BRI même.

### 6.3.1 Révision Spécifique Commerciale BRI

En aval des analyses de toutes les composantes de la spécification commerciale de BRI, on a produit la révision suivante qui est conseillée d'utiliser en substitution de celle actuelle :

#### SPECIFICATION DU BRI

Caractéristiques	Unité de mesure	Méthode analytique	Valeur minimum	Valeur maximum
Densité a 15 °C	-Kg/dmc	ASTM D 1298	0,980	1,010
Point d' inflammabilité	°C	ASTM D 93	110	-
Point d'écoulement	°C	ASTM D 97	-	18
Viscosité a 50 °C	csf	ASTM D 445	1000	2500
Teneur en Soufre	% wt	ASTM D 1552	2	4
Eau et Sédiments	% vol	ASTM D 1796	-	0,2
Teneur en asphaltènes	% wt	IP 143	8	12
Teneur en paraffines	% wt	<del>ASTM D 4424</del>	-	3
Distillation				
PI	°C		250	-
5 % VOL	°C		300	350
15 % VOL	°C		-	400
30 % VOL	°C		400	500
50 % VOL	°C		500	-
P Value		SMS 1800	2	-
Acidité minérale	gr KOH/kg	<del>ASTM D 1298 D</del> 664	Seulement indication	