REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Hygiène et sécurité industrielle
Spécialité : Hygiène et sécurité industrielle

Analyse de risques liés à l'unité de traitement et de stockage d'huile hors spécification,

Cas d'étude : SONATRACH UTBS

Proposé et Présenté par :

Abdelhadi BEGGUI

Dirigé par :

Dr. Samira FERHAT

Promotion 2022

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail aux deux plus chères personnes au monde, mes parents, pour tous leurs amours, encouragements, conseils, sacrifices, patience et confiance

- Mes frères ;
- Toute ma grande famille ;
- Tous mes amis ;
- A toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de Loin à l'élaboration de ce travail.



REMERCIEMENTS

- Avant tout je remercie « Allah » qui m'a donné la force, la patience, la santé, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.
- Je remercie mon encadreur : Mme**. Samira FERHAT**
- Je remercie tous les gens d'UTBS qui m'ont aidé à obtenir les informations (Nabil YOUSSFI, Abdelkader KROBBA, Saddan BOUDCHICHA, Hichem RA).
- Et toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à l'élaboration de ce travail Pour son aide, ces précieux conseils, pour sa disponibilité, sa patience et son sérieux.



Résumé

Résumé :

La gestion des risques est le processus qui permet d'identifier et d'évaluer les risques en vue d'élaborer un plan visant à minimiser et à maitriser ces risques et leurs conséquences potentielles pour une entreprise ou unités industriel.

L'objectif de l'étude était pour identifier et déterminer les causes et les conséquences potentielles et précisément les phénomènes majeurs qui peuvent se produire sur l'unité de traitement et de stockage d'huile hors spécification, d'en prévenir l'occurrence ou d'en limiter les effet de ces phénomènes, ou proposer des mesures correctives à engager en vue de tendre vers plus de sécurité.

L'étude de terrain a été réalisée à l'unité de traitement et de stockage d'huile hors spécification du centre de production entreprise nationale SONTRACH unité de traitement UTBS, et pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé la méthode d'analyse des risques HAZOP, cette méthode permet d'améliorer le niveau de sécurité des unités.

Mots clés : HAZOP, gestion des risques, la sécurité, systèmes thermo-hydrauliques, UTBS,

Abstract :

Risk management is the process of identifying and assessing risks in order to develop a plan to minimize and control these risks and their potential consequences for a company or industrial units.

The objective of the study was to identify and determine the causes and potential consequences and precisely the major phenomena that can occur on the processing unit and storage off specifcation oil, to prevent its occurrence or to limit the effets of these phenomena. or to propose corrective measures or to be taken with a view to tending towrards greater safety.

The field study was applied at the non-specification oil treatment and storage unit, the production center national company SONTRACH processing unit UTBS, and achieve this objective, we used the method of risk analysis HAZOP, this method allows to improve the security level of the units.

Keywords : HAZOP, risk management, safety, thermal-hydraulic systems, UTBS, Alegria

Résumé

الملخص:

إدارة المخاطر هي عملية تحديد وتقييم المخاطر من أجل وضع خطة للتقليل من هذه المخاطر والسيطرة عليها وعواقبها المحتملة على مؤسسة أو وحدة صناعية

وكان الهدف من الدراسة هو تعين وتحديد الأسباب والعواقب المحتملة، وعلى وجه التحديد الظواهر الرئيسية التي قد تحدث على وحدة معالجة وتخزين النفط خارج المواصفات، لمنع حدوثها أو الحد من آثار هذه الظواهر، أو اقتراح تدابير تصحيحية يتعين اتخاذها بهدف تحسين السلامة

تم إجراء الدراسة الميدانية في وحدة معالجة وتخزين النفط غير المواصفات وحدة انتاج البترول الخام جنوبا التابعة لشركة سوناطراك، ولتحقيق ذلك استخدمنا طريقة تحليل مخاطر **HAZOP** هذه الطريقة تجعل من الممكن تحسين مستوى سلامة الوحدات.

الكلمات الرئيسية : UTBS، إدارة المخاطر، السلامة، النظم الهيدروليكية الحرارية، HAZOP

Sommaire

Sommaire…….I

Liste des figures……I

Liste des Tableaux……III

Abréviations……IV

Introduction générale……01

Chapitre I : Présentation de l'UTBS

I-1 Présentation de l'entreprise SONATRACH…….05

I-2 Présentation du champ Hassi Messaoud……05

I-3 Organigramme de la Région HASSI Messaoud……06

I-4 Présentation de la Division Sécurité…….07

I-5 Présentation de l'UTBS……08

I-6 Description des Installations et procédés de UTBS……09

I-7 Système de contrôle et sécurité de procédé……14

Chapitre II : Le stockage des Hydrocarbures

II-1 Stockage des gaz liquéfiés……18

II-2 Stockage atmosphérique des hydrocarbures liquides……19

II-2-1 Technologie communes aux différents types de bacs…….20

II-2-2 Bacs à Toit Flottant……22

II-2-3 Bacs à Toit Fixe ……25

II-2-4 les causes des accidents liées au stockage atmosphérique des hydrocarbures……26

II-2-5 Équipements de sécurité des bacs ……27

Chapitre III : Les Phénomènes liés aux Stockages des Hydrocarbures

III-1 UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) ……36

III-2 BLEVE« Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion……38

Sommaire

III-3 BOIL-OVER…..39

III-4 FEU DE TORCHE….40

III-5 FEU DE NAPPE….41

Chapitre IV : Présentation et application de la méthode HAZOP

IV-1 Analyse des risques….45

IV-2 Matrice de risque….47

IV-3 Présentation de la méthode HAZOP ……50

IV-4 Description de l'Équipement à étudier (système hors spécification)….55

IV-5 Analyse préliminaire du système Hors-Spécification….60

IV-6 Application de la méthode HAZOP (Tableaux HAZOP)……63

IV-7 Les différents scenarios d'incendie dans l'unité de traitement et stockage hors spec…..70

IV-8 Systèmes fixes de protection au niveau de stockage d'huile hors spec……71

IV-9 Résultat de l'étude HAZOP.....72

IV-10 Les recommandations ….....73

Conclusion Générale.....74

Bibliographie

Annexe

Liste des Figures

Chapitre I :

Figure I.1 : Situation géographique du champ de Hassi-Messaoud ……06

Figure I-2 : Organigramme de la Région HASSI Messaoud….....06

Figure I-3 : Organisation de la Division Sécurité….....07

Figure I.4 : Situation géographique de l'UTBS……08

Figure I.5 : Plan général de l'UTBS……10

Figure I.6 : Réseau de Collecte du Brut……10

Figure I.7 : Système hors spécification (Hors-Spec)……12

Figure I.8 : Pompe d'expédition….....13

Figure I.9 : Package de comptage d'huile……13

Figure I.10 : Bac de stockage….....13

Figure I.11 : Pompe booster….....13

Chapitre II :

Figure II-1 : épaisseurs des viroles des bacs de stockage……21

Figure II-2 : Ceinture de renforcement….....22

Figure II-3 : Toit flottant type simple pont….....23

Figure II-4 : Bac à toit flottant à simple pont ou ponton annulaire….....24

Figure II-5 : Toit flottant à double pont……24

Figure II-6 : Bac à toit fixe avec écran flottant….....25

Figure II-7 : Équipements de sécurité du bac de stockage……28

Figure II-8 : Évent simple sur bac de produit chimique….....28

Figure II-9 : Évent à battant….....29

Figure II-10 : soupapes à double effet….....29

Figure II-11 : Exemple d'installation de détecteur d'hydrocarbures liquides……31

Figure II-12 : Dispositif d'arrosage de la robe d'un Bac….....32

Figure II-13 : Chambre à mousse….....33

Figure II-14 : Injecteur à mousse sur Bac à toit flottant….....33

Liste des Figures

Chapitre III :

Figure III-1 : le Phénomène UVCE…..37

Figure III-2 : le Phénomène BLEVE……38

Figure III-3 : le Phénomène BOIL-OVER…..39

Figure III-4 : le Phénomène du feu de nappe ….42

Chapitre IV :

Figure IV -1 : Système hors spécification……56

Figure IV -2 : Séparateur d'huile hors spec…..57

Figure IV -3 : Gaz boot d'huile hors spec……57

Figure IV -4 : Bac de stockage d'huile hors spec……58

Liste des Tableaux

Chapitre II :

Tableau II-1 : Stockage des gaz liquéfiés……19

Chapitre IV :

Tableau IV-1 : Les principales méthodes d'analyse des risques….....47

Tableau IV-2 : La matrice de risque définie par SONATRACH….....48

Tableau IV-3 : Échelle des gravités……48

Tableau IV-4 : Échelle des occurrences….....49

Tableau IV-5 : La classification de risque……49

Tableau IV-6 : Exemples tableau HAZOP….....52

Tableau IV-7 : Exemples de mot-clé……52

Tableau IV-8 : Les caractéristiques des équipements du système hors spec……60

Tableau IV-09 : Analyse préliminaire des risques du traitement et du stockage de l'huile hors spec.....63

Tableau IV-10 : Tableaux de HAZOP du traitement et du stockage de l'huile hors spec….. 64

Abréviations

ALARP	as low as reasonably praticable
API	American Petrolium institut
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
BPD	Barrels per day
BSW	Teneur en eau dans le brut
BWG	Birmingham Wire Gage
CIS	Centre Industriel Sud
DCS	Distributed control system
ESD	Emergency shutdown
GNL	Gaz naturel liquéfié
GPL	Gaz de propane liquéfie
HAZOP	HAZard and OPerability
HEH	Haoud El Hamra
ICI:	Imperial Chemical Industries
LIE	Limite inférieure d'explosivité
LSE	Limite supérieure d'explosivité
LV	Level Valve (Vanne de régulation de niveau)
PSH/PSHH ou PAH/PAHH	Sécurité ou alarme de pression haute/très haute
PSL/PSLL ou PAL/PALL	Sécurité ou alarme de pression basse/très basse
LSL/LSLL ou LAL/LALL	Sécurité ou alarme de niveau bas/très bas
LSH/LSHH ou LAH/LAHH	Sécurité ou alarme de niveau haut/très haut
MES	Teneur en matières en suspension
MFD	Manifold

Abréviations

OMN	77 Champs satellite
PA/GA	Public Adress / General Alarm
PIC	Indicateur/Contrôleur de pression
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram.
PSV	Pressure Security Valve (Soupape de sécurité)
PV	Pression Valve **(**Vanne de régulation de pression)
SDV	Vanne d'isolement
SONATRACH	Société national de transport et commercialisation des Hydrocarbures.
TVR	Tension de vapeur Reid
UTBS	Unité de traitement brut sud
UVCE	Unconfined Vapour Cloud Explosion
VAH/VSHH	Alarme de vibration haute/Sécurité de vibration très haute

Introduction générale

Introduction générale

Le secteur des hydrocarbures en général et la distribution des produits en particulier constituent incontestablement des secteurs à hauts risques.

Nombreux sont les risques spécifiques à chaque produit. Ces derniers augmentent au fur et à mesure au cours de diverses opérations de réception, d'exploitation, de stockage et de transfert.

Actuellement le risque majeur susceptible de survenir au niveau des installations pétrolières et compte tenu de l'activité du secteur hydrocarbures est l'incendie et/ou l'explosion.

En outre l'accidentologie montre que les accidents qui se produisent dans les zones de stockage des hydrocarbures, entrainent des phénomènes majeurs sur les sites industriels.

En Algérie, La loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable a comme objectif d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. Elle vient renforcer la notion de prévention des accidents impliquant des substances dangereuses en imposant notamment à l'exploitant la mise en œuvre d'un système de maîtrise et de gestion des risques et d'une organisation proportionnées aux risques inhérents aux installations industrielles.

Dans notre étude ; en s'intéresse sur l'analyse de risques liés à l'unité de traitement et de stockage d'huile hors spécification au niveau de l'unité du UTBS.

Objective :

- Identification les causes et les conséquences potentielles et précisément les phénomènes majeurs qui peuvent se produire sur un équipement de traitement et de stockage d'huile hors spécification par l'application de la méthode d'analyse des risques HAZOP, durant les phases d'exploitation de l'équipement (remplissage, décantation et expédition). 0
- Les mesures de préventions pour éviter l'occurrence de ces phénomènes.

- En fin, la formulation des recommandations permettant de garantir la sécurité et minimiser la probabilité d'occurrence d'un accident majeur sur l'unité

Organisation du mémoire :

Ce mémoire s'articule autour des chapitres suivants :

- **Le premier chapitre :** j'ai donné une description de la région Hassi-Messaoud en générale, et en particulier l'unité de traitement brut sud (UTBS) et ses activités
- **Le deuxième chapitre :** Le stockage des hydrocarbures
- **Le troisième chapitre :** les phénomènes liés au stockage des hydrocarbures
- **Le quatrième chapitre :** Présentation et application de la méthode HAZOP

Le travail se termine par une **conclusion générale**.

Chapitre I :

Présentation de l’unité de traitement **UTBS**

Chapitre I :

I-1 Présentation de l'entreprise SONATRACH

La SONATRACH (Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures) , intervient également dans d'autres secteurs tels que : la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses activités en Algérie et partout dans le monde.

SONATRACH est une société par actions, sa date de création remonte à 1963 (décret présidentiel N°63-491 du 31/12/1963).

Le 22 septembre 1966, les missions de l'entreprise ont été élargies pour toute la chaine pétrolière.

Le 24 février 1971 est une date historique pour l'entreprise et le pays. Elle symbolise la nationalisation des hydrocarbures.

SONATRACH est la première entreprise pétrolière de continent africain. Elle est classée 12ème parmi les compagnies pétrolière mondiales, 4ème exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL), 3ème exportateur de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et 5ème exportateur de gaz naturel **[1].**

I-2 Présentation du champ Hassi Messaoud

Le champ de Hassi Messaoud se situe à 850 km au Sud-Sud Est d'Alger et à 350 km des frontières tunisiennes. Par sa superficie qui s'étend sur près de 2200 km², son climat est de type continental avec des variations de température allant de 0°C en hiver à 50°C environ en été il est le plus grand gisement de pétrole en Algérie et l'un des champs les plus complexes du monde. **(Figure. I.1)**



Figure I.1 : Situation géographique du champ de Hassi-Messaoud **[1]**

I-3 Organigramme de la Région HASSI Messaoud

La direction régionale de Hassi Messaoud est divisée en 5 directions, 6 divisions :

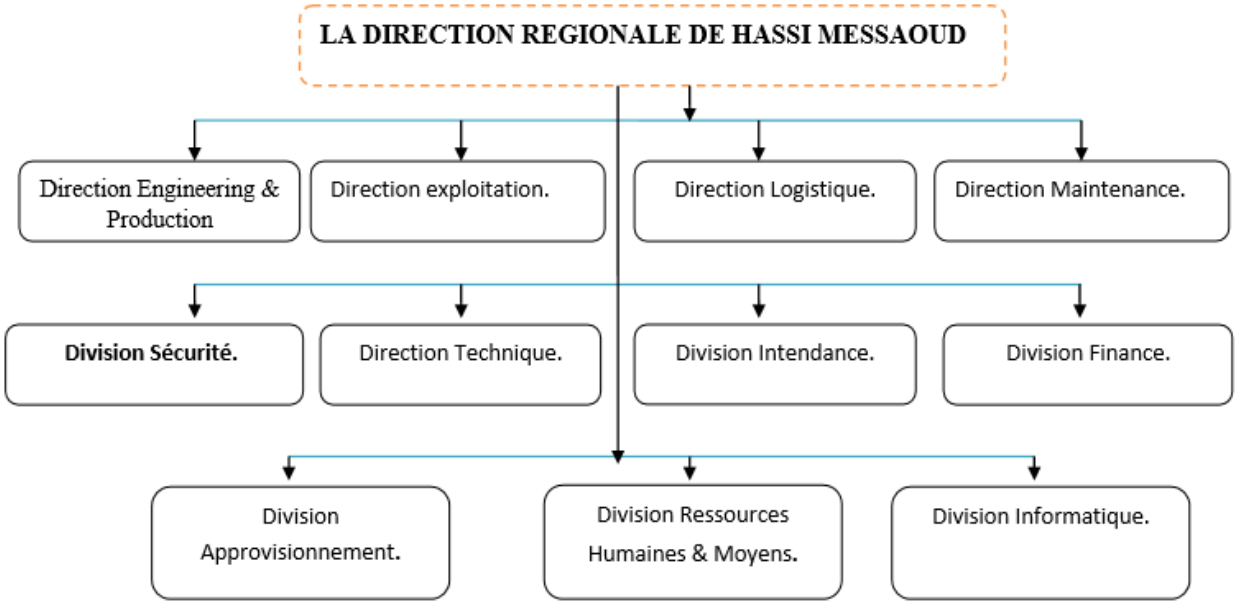


Figure I-2 : Organigramme de la Région HASSI Messaoud **[2]**

I-4 Présentation de la division Sécurité : [3]

La Division Sécurité est composée de :

1. Service Prévention ;

2. Service Intervention ;

3. Cellule Environnement.

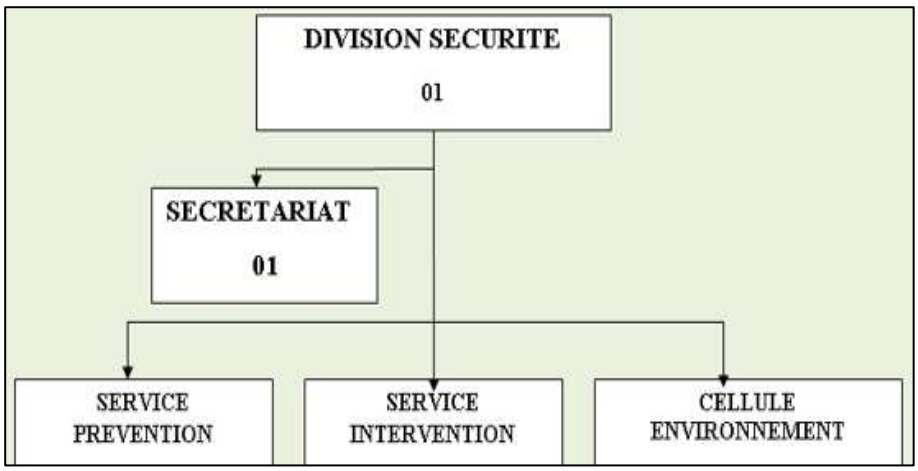


Figure I-3 : Organigramme de la division sécurité

1. Service Prévention :

Le service prévention a pour tache principale :

* Prévenir les accidents et les incidents.
* Suivre les travaux d'intervention sur site et veiller sur l'application des consignes de sécurité.
* Etudier les dangers industriels et les accidents de la vie professionnelle.
* Etudier les statistiques des accidents et des maladies professionnelles.
* Etablir les rapports des accidents et mener des enquêtes sur les raisons éminentes des accidents.
* Et pour parvenir a cela ils emploi les moyens suivant :
    - Exposimètre.
    - Oxymètre.
* Autorisation de travail appliquée pour tous travaux que ce soit à chaud, à froid et de pénétration **[3].**

2. Service intervention :

Ce service a pour tâche principale l'intervention rapide en cas d'accidents ou d'incendies, il possède un ensemble de moyens humains et matériels mobiles et opère Avec trois équipes sur 24 heures **[3].**

3. Cellule surveillance : Sa tâche est de surveiller plus près l'ensemble de moyens humains et matériels entrant ou sortant des installations, base de vie.....etc. **[3].**

I-5 Présentation de l'UTBS :

L'UTBS est une unité de traitement de brut Sud destinée à recevoir et traiter l'huile non stabilisée provenant de six champs satellites existants dans la région de Hassi Messaoud Sud et d'expédier l'huile stabilisée vers le centre de stockage situé à Haoud El Hamra. Le site est situé à 7 Km au Sud-Ouest du Centre Industriel Sud (CIS). **(Figure I.4)**

L'UTBS est composée de 3 trains de traitement d'huile de 100 000 barils par jours de capacité normale de traitement chacun et de 4 trains de compression du gaz associé

Le traitement consiste à dessaler et à stabiliser le brut provenant des satellites. Le gaz associé est utilisé comme gaz combustible, l'excédent étant envoyé vers l'unité de GPL située au CIS. L'eau nécessaire au lavage du brut provient de deux puits d'eau d'albien. Les eaux huileuses traitées sont envoyées vers l'unité d'injection d'eau, ou vers le bassin d'évaporation. **[4].**

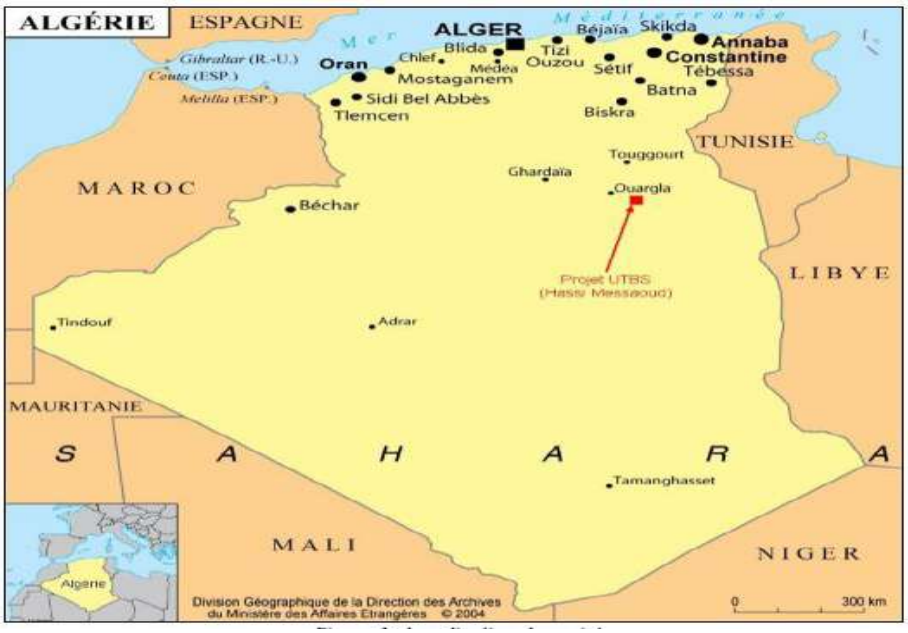


Figure I.4 : Situation géographique de l'UTBS **[4]**

L'UTBS a été mise en service en septembre 2010 et elle a pour objectif

- ✓ D'améliorer les spécifications des produits ;
- ✓ D'augmenter la production d'huile stabilisée ;
- ✓ Atteindre 80% de la production totale d'huile stabilisée ;
- ✓ Délocalisation et amélioration de la sécurité des installations ;
- ✓ Produire en toute sécurité **[4].**

Les caractéristiques de l'huile stabilisée à UTBS sont les suivantes :

- **Tension de vapeur Reid (TVR) :** Inférieure ou égale à 10 psi en hiver et inférieure ou égale à 7 psi en été ;
- **Teneur en eau et sédiments (BSW) :** Inférieure ou égale à 0.1% vol ;
- **Salinité :** Inférieure ou égale à 40 mg/L.

I-6 Description des Installations et procédés d'UTBS [4]

L'unité UTBS comprend les principaux systèmes procédés, utilités et infrastructures suivants :

- Un réseau de collecte de brut (6 pipelines) pour acheminer l'huile non stabilisée des satellites existants vers la nouvelle installation (W1C, W1A, W2A, E1C, E2A, S1A)
- Trois unités de traitement de brut afin de dessaler et stabiliser le brut provenant de ces satellites (train 10, train20, train30)
- Une unité de compression comportant 4 trains ;(A, B, C,D)
- Une unité de traitement des eaux huileuses
- Une unité de traitement d'huile hors-spec et un bac de stockage d'huile hors-spec
- Quatre bacs de stockage d'huile stabilisée
- Une pomperie d'expédition de l'huile stabilisée
- Un système de comptage d'huile stabilisée
- Des pipelines d'expédition (huile stabilisée, gaz associé, eau traitée)
- Les systèmes utilités nécessaires aux unités de procédés.
- Laboratoire
- Système de contrôle et sécurité de procédé

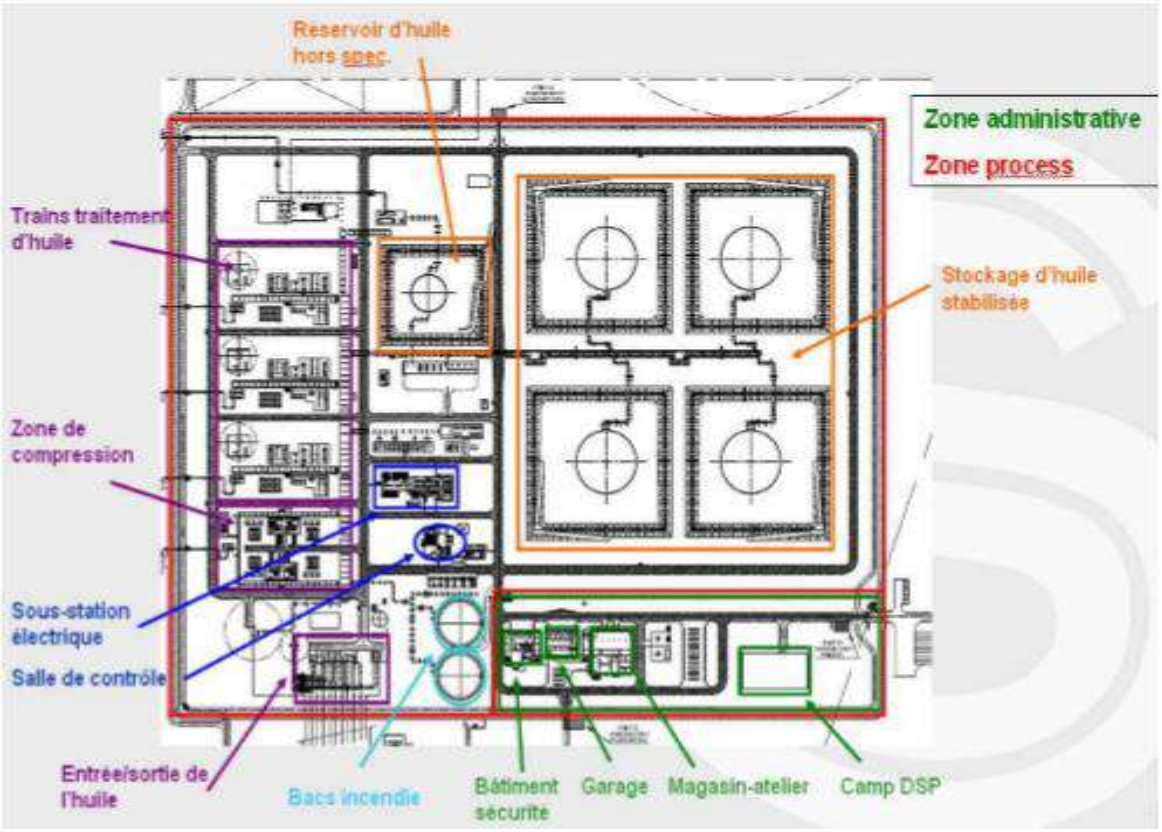
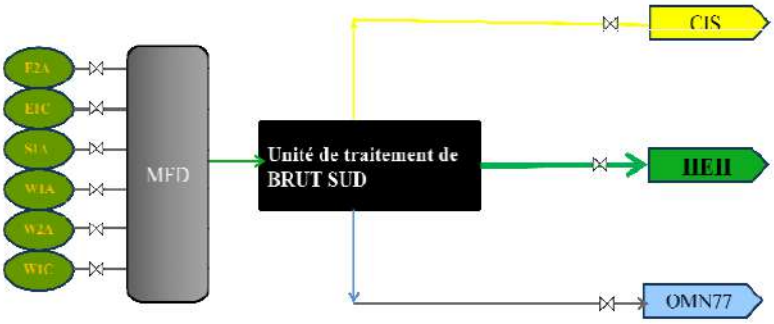


Figure I.5 : Plan général de l'UTBS **[5].**

- **Réseau de Collecte du Brut (Manifold de production)** :

Le nouveau réseau de collecte permet d'acheminer le brut non stabilisé des satellites vers le manifold M01. Le MFD M01 est constitué de deux collecteurs : Un collecteur de 24'' opérant à une pression normale de 13.5 bars en phase liquide alimentant les trois unités d'huile et le système hors spec en cas d'excédent. Un deuxième collecteur 16'' opérant à basse pression 3 bars en phase mixte alimentant le système hors spec lorsque les pompes d'expédition d'huile de deux satellites au maximum sont hors service. **[4]**

Figure I.6 : Réseau de Collecte du Brut **[5].**



- **Trains de stabilisation de brut :**

L'UTBS comprend trois unités de traitement d'huile identiques pouvant produire chacune 100 000 barils/j d'huile stabilisée. Les trois unités de traitement de brut permettent d'atteindre les spécifications requises pour la commercialisation de brut stabilisé en termes de TVR, salinité et de teneur en eau. La séparation huile, eau et gaz se fait sur deux étages. Le premier étage de séparation est constitué d'un ballon de séparation tri phasique et le second étage d'un ballon bi phasique. L'huile est pompée du séparateur bi phasique vers le package de dessalage par les pompes d'alimentation des dessaleurs. Le package de dessalage permet de baisser la teneur en BSW à 0.1% et la concentration en sels à 40mg/l afin de respecter les spécifications requises de commercialisation. L'huile dessalée alimente la colonne de stabilisation, 20% du débit alimente directement la tête de la colonne et 80% du débit alimente le préchauffeur de la colonne de stabilisation. L'huile stabilisée chaude sort de la colonne, puis passe dans le préchauffeur coté calandre puis dans le réchauffeur d'huile et cède ainsi sa chaleur à l'huile non stabilisée. Le refroidissement final avant stockage, est assuré par les réfrigérants d'huile stabilisée. En sortie des aéroréfrigérants, l'huile stabilisée provenant des trois trains alimente les quatre bacs de stockage à toit flottant d'une capacité de stockage utile de 50000 m3 chacun.

Lors de l'expédition de l'huile vers HEH , des pompes booster et d'expédition permettent d'envoyer l'huile stabilisée vers HEH via le pipeline 30'' installé entre l' UTBS et CIS puis à travers le pipeline existant de 24'' reliant CIS à HEH. **[4]**

- **Compression de gaz** :

Le système de compression de gaz de flash consiste en quatre trains de compression identiques. Le gaz associé provenant des séparateurs tri-phasiques, bi-phasiques et des colonnes de stabilisation des trois trains est envoyé dans le collecteur commun de gaz de flash opérant à une pression de 4.4 bars. Une partie du gaz de flash est utilisé au sein de l'UTBS comme gaz combustible, l'excès de gaz est comprimé et expédié vers l'unité de GPL située au CIS. **[4]**

- **Unité de traitement des eaux huileuses :**

Le package de traitement des eaux huileuses permet de traiter les eaux huileuses du procédé avant le stockage dans le bac tampon d'eau traitée, puis est expédié vers OMN77 pour réinjection dans un puits ou, en secours, vers le bassin d'évaporation.

Le but du traitement des eaux huileuses est de réduire la teneur en hydrocarbures et en matière en suspension dans l'eau traitée **[4]**

- **Traitement et du stockage de l'huile hors spec :**

Le système d'huile hors-spec est utilisé de façon exceptionnelle lors du démarrage de l'installation ou du déclenchement d'une ou plusieurs unités de traitement d'huile, du déclenchement du système de stabilisation (colonne), du déclenchement du bac de stockage en remplissage ou de TVR trop élevée. Celui-ci permet de continuer la production en stockant de manière sûre de l'huile mal stabilisée. La production d'huile au niveau des plateformes des satellites peut donc continuer tant que le bac de stockage d'huile hors spec n'est pas complètement rempli.

Le bac de stockage d'huile hors-spec est également utilisé en opération normale. Il reçoit en effet le liquide collecté dans le ballon de drains fermés et dans les ballons de torche, ainsi que les effluents huileux du package de traitement des eaux huileuses et du traitement API **[4]**

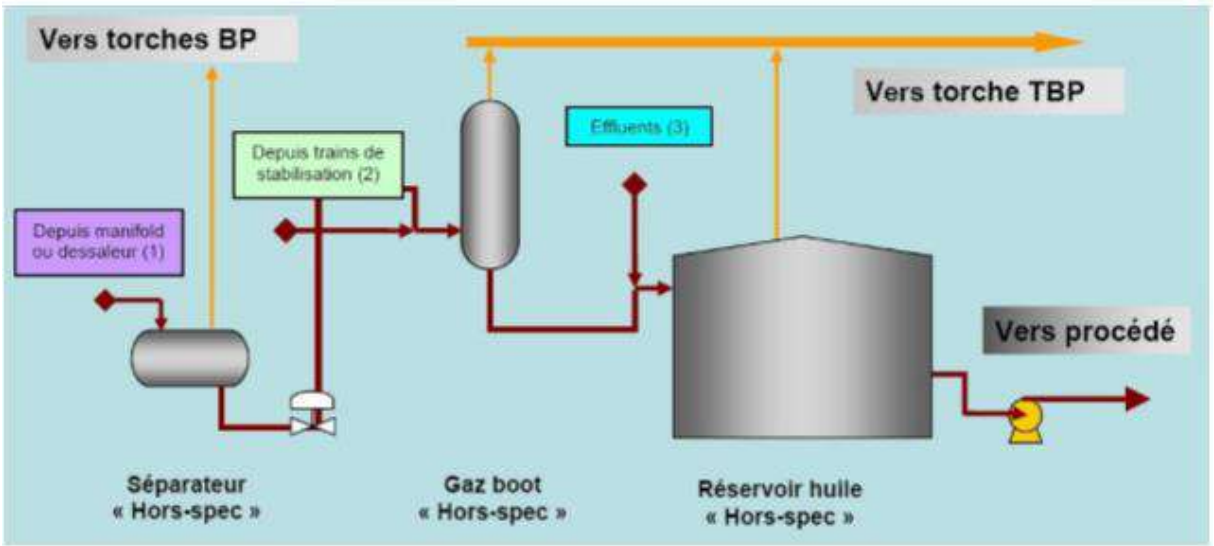


Figure I.7 : Système hors spécification (Hors-Spec) **[2]**

- **Stockage, Comptage et Expédition de l'Huile Stabilisée :**

Le brut stabilisé est ensuite stocké dans 4 bacs à toit flottant ayant chacun une capacité brute de 50 000 m3.

La pomperiez d'expédition est composée de pompes de gavage (4 x 33%) et de pompes d'expédition (4 x 33%).

Un comptage transactionnel (et non fiscal) est implanté avant la ligne d'expédition vers CIS.

La ligne d'expédition de brut stabilisé de 30" à partir de l'UTBS se raccorde sur la nouvelle ligne 24 pouces CIS-HEH réalisée par le Maître de l'Ouvrage. Le point de raccordement est situé à l'intérieur du CIS, à proximité des pompes d'expédition existantes et proche de la gare de racleurs départ vers HEH (30 m environ). Le raccordement se fait sur la partie aérienne de la canalisation, avant son enfouissement. A noter que le point de raccordement sur le pipe d'expédition vers HEH, est équipé d'une vanne Ø 24" série 300 existante. La ligne est équipée de gares de racleur départ/arrivée et pourvu de vannes de sectionnement **[4].**



Figure I.8 : Pompe d'expédition **[1].**



Figure I.9 : Package de comptage d'huile



Figure I.10 : Bac de stockage **[1].**

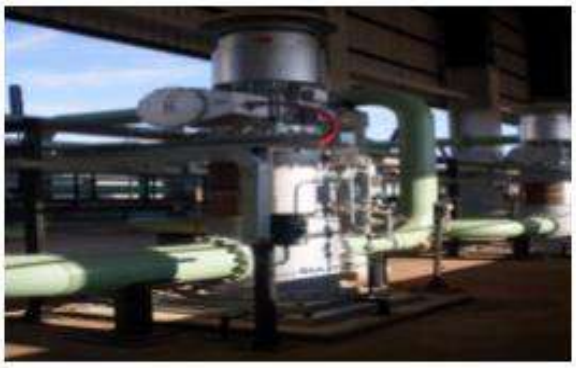


Figure I.11 : Pompe booster **[1].**

- **Les systèmes utilités**

Gaz combustible Torches, Drains fermés, Eau brute, Eau potable, Drains ouverts, Traitement des eaux huileuses, Stockage et expédition de l'eau traitée, Azote, Traitement de l'huile de lubrification, Stockage et distribution de diesel, Injection de produits chimiques. **[4]**

- **Laboratoire**

Des analyses sont effectuées à fin de vérifier la conformité de l'huile produite aux spécifications commerciales à savoir la TVR, la densité, le BS&W et la salinité. Ainsi que la conformité de l'eau de rejet aux spécifications environnementales à savoir la teneur en MES et la teneur en huile**. [4]**

I-7 Système de contrôle et sécurité de procédé :

Le système de contrôle du procédé comprendra :

A. Distributed control system :

Le DCS assure :

* Les interfaces opérateurs,
* La gestion des alarmes,
* L'historisation et l'émission des rapports,
* Les fonctions de régulation, d'automatisme et de conduite,
* L'interface avec les sous-systèmes,
* L'interface avec les systèmes extérieurs **[1]**

B. Emergency shut down ESD

Un automate de sécurité est installé l'UTBS, il permet en cas de détection de condition anormales potentiellement dangereuse d'effectuer de manière sure et automatique, un arrêt d'urgence des installations, des équipements, des machines, et les pressurisations (avec l'action de l'opérateur), afin de :

* Protéger le personnel
* Empêcher ou minimiser la pollution de l'environnement.
* Protéger les unités et les équipements.
* Empêcher ou minimiser la perte d'hydrocarbures. **[1]**

C. Système de détection de feu et de gaz

Le système de détection Feu et Gaz a pour objectifs :

* La détection de feu et de gaz sur site, l'extérieur des locaux.

- Certaines actions de protection Feu et Gaz (mousse, poudre, eau bruissée, déluges, CO2…).
- La transmission au système ESD, par des liaisons cbles, d'ordres déclenchement de certaines actions procédé (mise en sûreté des unités).
- La transmission au Public Adresse / Général Alarme (PA/GA), par liaisons câblées, d'ordres d'activation d'alarmes sonores et lumineuses sur site (hauts parleurs et feux clignotants. **[1]**

Chapitre II :

Le stockage des Hydrocarbures

Chapitre II :

Introduction :

Les hydrocarbures sont des produits naturels composés d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils sont, dans les conditions normales de température et de pression, solides (les paraffines par exemple), liquides (essences, Kérosène, etc.) ou gazeux (propane, butane, etc.).

La plupart ou presque la totalité des hydrocarbures servent à produire de l'énergie sous forme de chaleur. Néanmoins, une part toujours croissante de produits issus du pétrole sert de matière première à la pétrochimie et notamment à l'industrie des matières plastiques.

L'utilisation des hydrocarbures est impliquée parfois dans des accidents catastrophiques (mortel, menace de la vie aquatique et/ou terrestre,).

Classification des hydrocarbures [6]

Les hydrocarbures sont classés en fonction de leur point éclair. Selon leur catégorie d'appartenance, ils seront entreposés dans différents types de réservoirs.

Catégorie A : hydrocarbures liquéfiés dont la pression absolue de tension de vapeur à 15°C, est supérieure à 1bar.

Catégorie A-1 : hydrocarbure maintenue liquéfiés à une température inférieure à 0°C

L'objectif de ce type de stockage est de maintenir le produit à une température suffisamment basse afin de réduire sa tension de vapeur sous l'action de la pression atmosphérique.

Les matériaux utilisés doivent avoir un bon comportement mécanique aux basses températures.

Ce type de stockage ne concerne pas les dépôts, mais seulement la pétrochimie ou les usines de gaz naturel liquéfié (GNL)

Catégorie A-2 : hydrocarbure dans d'autres conditions

Dans ce cas les produits sont maintenus sous une pression égale à leur tension de vapeur.

Le stockage est alors utilisé dans des réservoirs de forme sphérique ou cylindrique et parfois dans des cavités taillées dans la roche pour les volumes très importants.

Catégorie B : Les hydrocarbures liquides dont le point éclair inférieur à 55°C

Les produits sont stockés dans des bacs, à toit fixe, à toit flottant ou à écran flottant, sous une pression voisine de la pression atmosphérique.

Catégorie C : Les hydrocarbures liquides dont le point éclair est compris entre 55 et 100°C
Les produits de cette catégorie sont stockés dans des bacs à toit fixe sous une pression voisine de la pression atmosphérique. Lorsque les volumes à stocker sont importants, il peut être intéressant d'utiliser des stockages souterrains.

Catégorie D : Les hydrocarbures liquides dont le point éclair est supérieur à 100°C
Ces produit sont stocker dans des bacs à toit fixe munis d'un réchauffage et souvent maintenus en température, la virole de ce type de réservoir est généralement calorifugée.

II- LE STOCKAGE DES HYDROCARBURES :

Le stockage des hydrocarbures consiste à immobiliser temporairement certains volumes des hydrocarbures dans des capacités de stockage appelées aussi appareils à pression ou réservoirs selon que le produit stocké est ou n'est pas sous pression. Ces réservoirs sont de différentes tailles et de différentes formes et peuvent être construits avec une ou deux parois à partir de différents matériaux tels que l'acier, le béton ou la fibre de verre, ainsi on trouve les bacs à toit fixes et flottant pour les carburants et les pétroles bruts, les sphères et les cigares pour les gaz liquéfier, ainsi que les stockages cryogéniques pour GNL.

II-1 STOCKAGE DES GAZ LIQUÉFIÉS [6]

Les gaz liquéfie sont stockés sous leur propre tension de vapeur c'est-à-dire que les conditions de stockage sont telles qu'il y'a coexistence des états liquide et gazeux du gaz concerné. Ainsi la pression de stockage dépend uniquement :

- De la nature du produit stocké.
- De la température de stockage.

Ainsi il existe trois modes de stockage :

- Le stockage sous pression où les gaz liquéfiés sont stockés à la température ambiante
  Exemple : le propane est stocké sous 7bar à une température de 15°C.
- Le stockage réfrigère sous pression où les gaz liquéfié sont stocké à des températures voisines ou inférieures à 0°C. ce mode est employé pour les produits présentant des températures critiques (avec risque d'inflammation élevé) basse. cela permet une réduction importante de la pression de stockage dans le cas des produits volatile.
  Exemple : le propylène est stocké sous 5bars à 0°C.

- Les stockages cryogéniques pour les gaz incondensable à la température ambiante.
  La pression de stockage est légèrement supérieure à la pression atmosphérique.
  La température est alors voisine de la température normale d'ébullition du produit.

Exemple :

- L'éthylène est stocké à -103°C sous une pression voisine de la pression atmosphérique.
- Le GNL est stocké à -162°C sous une pression voisine de la pression atmosphérique.

Type de stockage	Gaz liquéfié	Température	Pression
Stockage sous pression	Propane	Ambiante	7 Bar
Stockage réfrigère sous pression	Propylène Butadiène	0°C	4,8 Bar
Stockage cryogénique	GNL	-162°C	Atmosphérique

Tableau II-1 : Stockage des gaz liquéfié **[7].**

II-2 Stockage atmosphérique des hydrocarbures liquides :

L'ensemble des réservoirs de stockage des hydrocarbures atmosphérique constituants les dépôts pétroliers ou dans les raffineries, sont des installations fixes servant à stocker des produits, largement utilisés dans de nombreuses applications industrielles en particulier dans en raffineries de pétrole et dans la pétrochimie. Pour stocker une multitude de produits différents (pétrole brut, carburant,….), des produits intermédiaire ou finis qui présente des risques liés au caractère facilement inflammable des produits stockes.

Le stockage de ces produits inflammables dépondant de la nature et type de produit à stocker a pour but de conserver un produit en vue d'une utilisation, une consommation ou d'un traitement ultérieur, faire face à une demande variable ayant un rythme incompatible avec celui de la production de la consommation et/ou de la distribution associée et de créer une réserve permettant d'assurer la fourniture du produit à tout moment en cas de besoin.

Les types de réservoirs de stockage de liquide inflammable sont classés en trois types principaux à savoir les réservoirs à toit fixe, les réservoirs à toit flottant ainsi que les réservoirs à toit fixe à écran interne.

II-2-1 Technologie communes aux différents types de bacs

Les principaux éléments constitutifs [11]

Il s'agit de réservoirs cylindre constitues :

* Fond du bac : généralement bombe
* Robe ou virole
* Ceinture
* Toit fixe ou flottant
* De différent accessoire : échelle d'accès, soupapes de sureté, protection contre l'incendie.

- **Le fond de bac :**

Le fond de bac est construit en plaques de tôle se recouvrant aux extrémités où elles sont soudées entre elles. Certains fonds de bacs sont protégés par une peinture bitumineuse interne.

Le fond de bac doit être conçu pour permettre une vidange aussi complète que possible, ainsi que les purges d'eau et de dépôts.

Le fond repose souvent sur une galette de gravier ou de sable revêtue d'un enrobé bitumineux permettant une étanchéité et une adaptation au contact de l'assemblage des tôles de fond.

- **La robe de bac ou virole :**

La robe de bac est constituée par un empilage vertical de bandes de tôle soudées bout à bout, de Largeur 1,8 à 2,4 m et de longueur pouvant atteindre 10 m.

La robe est calculée pour résister à la pression latérale qui s'exerce sur elle quand le bac est rempli d'eau (épreuve) ou du produit, si ce dernier est plus lourd que l'eau.

L'épaisseur minimum de la robe doit assurer en plus la résistance au vent latéral et aux tremblements de terre.

Un bac de stockage est relativement vulnérable et peut s'affaisser en cas de grand vent, s'il n'est pas Conçu pour y résister. Le schéma ci-dessous montre que l'épaisseur de la robe varie de la base au Sommet.

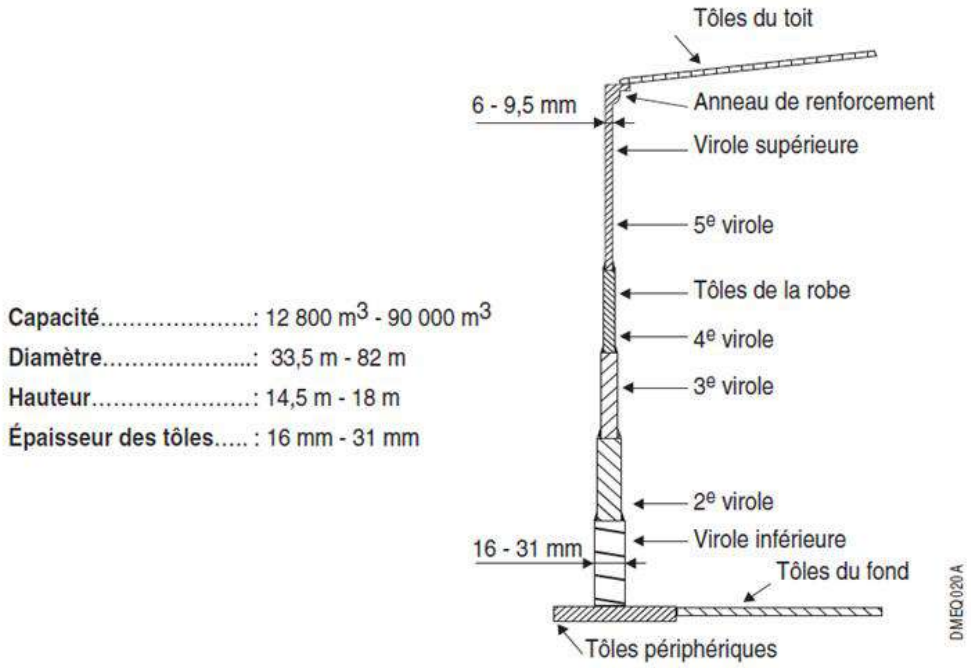


Figure II-1 : épaisseurs des viroles des bacs de stockage **[7]**

- **Ceinture :**

Les ceintures de renforcement sont nécessaires sur tous les bacs pour qu'ils conservent leur forme Cylindrique lorsqu'ils sont exposés aux vents les plus violents. Pour les bacs à toit fixe, les plaques de toit sont fixées sur la ceinture de renforcement. Pour les bacs à toit flottant, la ceinture de renforcement est destinée à empêcher la déformation des parois.

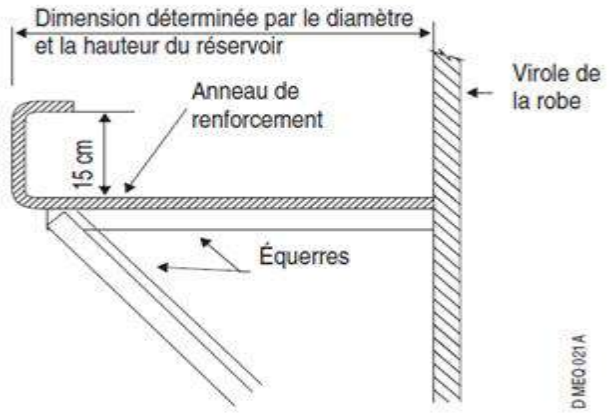


Figure II-2 : Ceinture de renforcement **[7]**

- **Toit :**

Le sommet des bacs est recouvert d'un toit qui peut être soit fixe, soit flottant. Quand le bac est destiné à stocker de l'eau, le toit est très souvent supprimé.

On trouve également l'association toit fixe et toit flottant sur de nombreux bacs :

- bac à toit fixe muni d'un **écran flottant** en contact avec le produit.

II-2-2 Bacs à toit flottant [6]

1) Toits Flottants

Un toit flottant est posé directement sur la surface du liquide. Il suit les mouvements de montée et de descente du produit.

Ils présentent trois avantages :

* réduction des pertes par évaporation
* diminution des risques d'incendie
* diminution de la pollution atmosphérique (odeurs)

Ceci est obtenu par l'élimination presque totale de l'espace vapeur au-dessus du liquide. Les pertes à l'atmosphère de produits volatils par "respiration" (vidange et remplissage alternatifs et changement de température entre le jour et la nuit) sont ainsi pratiquement éliminées.

Il existe différents types de toits flottants :

a) Toit à "simple pont" (ponton annulaire) :

Un toit flottant à simple pont est constitué d'un ponton annulaire formé de caissons compartimentés et d'un caisson central. L'espace entre les caissons est constitué d'une surface

métallique étanche formée de tôles soudées. Le rapport entre la surface des caissons et la surface totale du toit est fonction de la taille du bac, et aussi de la portance offerte par le liquide stocké. On sait que cette portance, dépend du poids du volume déplacé par le toit, donc de la densité du liquide stocké.

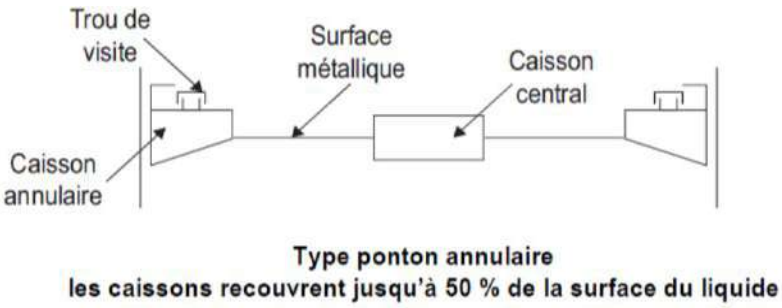


Figure II-3 : Toit flottant type simple pont **[7].**

Les caissons de ponton constituent un matelas d'air qui protège le liquide contre une trop importante élévation de température due à la chaleur solaire. La surface métallique est libre de gonfler pour libérer l'espace nécessaire aux vapeurs qui peuvent se former. Les vapeurs ainsi emprisonnées sous le pont central constituent elles-mêmes une couverture isolante.

Ces vapeurs se décondensent quand la température extérieure diminue.

Les pontons sont compartimentés par des cloisons radiales, ce qui assure la flottaison du toit, même si la partie centrale et deux compartiments au maximum sont percés.

Le drainage des eaux de pluie est nécessaire, car la pluie, la neige, qui tombent sur le toit flottant, diminuent la flottabilité, augmentent la corrosion. Ces eaux doivent être évacuées à l'extérieur du bac par un tuyau flexible ou articulé.

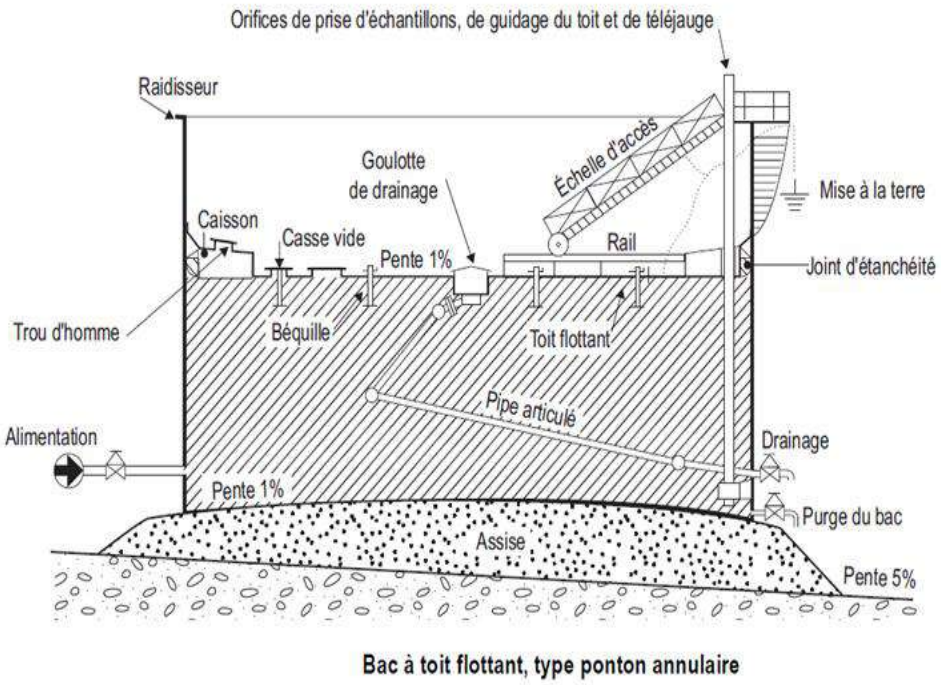


Figure II-4 : Bac à toit flottant à simple pont ou ponton annulaire **[7]**

b) Toit à double pont :

Le toit à double pont est constitué par deux (2) couches de tôle d'acier, séparées par un espace vide d'environ 40 cm compartimenté en caissons indépendants renforçant la structure du toit.



Figure II-5 : Toit flottant à double pont **[6]**

Ce type de toit est préféré pour les bacs de grand diamètre pour les raisons suivantes :

* meilleure flottabilité en cas de surcharge (neige, pluie, ...) ;
* meilleur drainage des eaux de pluie ;
* vulnérabilité moindre aux vents violents ;

* meilleure isolation thermique durant la saison chaude limitant la vaporisation de produit.

II-2-3 Bac à toit fixe à écran :

Les écrans flottants sont montés à l'intérieur de bacs à toit fixe. L'association bac à toit fixe et écran flottant présente de nombreux avantages :

* Il est constitué de tôles très légères et peut être monté à l'intérieur d'un bac existant
* l'écran flottant réduit de façon importante les pertes par évaporation
* le toit fixe protège le produit de toute contamination due aux intempéries. Il n'y a pas de dispositif de drainage de l'eau de pluie
* le toit fixe peut être rendu étanche et le volume entre toit fixe et écran flottant peut être inerte.

Donc ce type de réservoir présent 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.

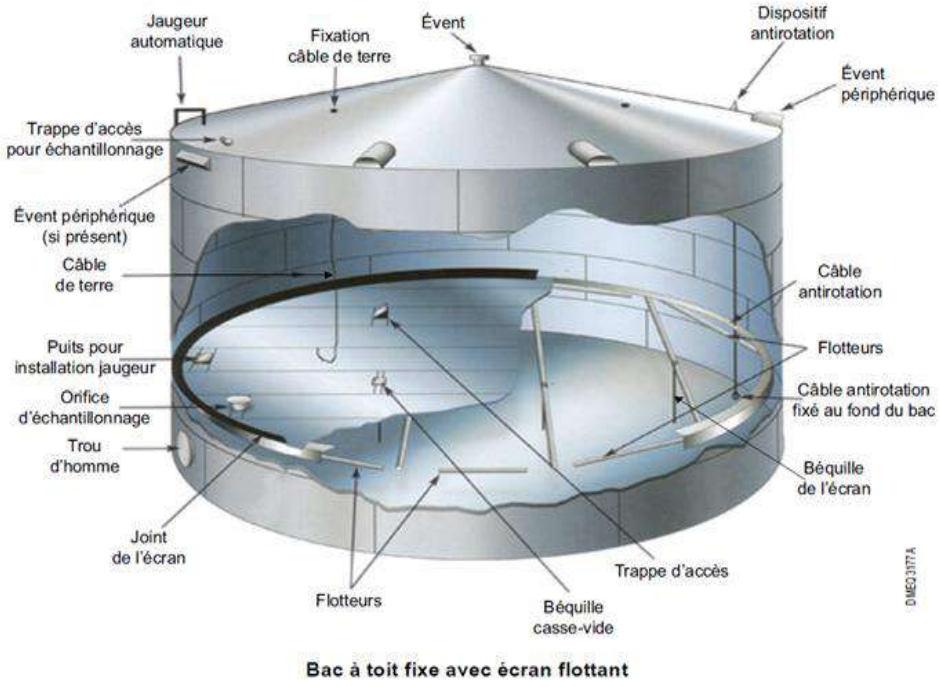


Figure II-6 : Bac à toit fixe avec écran flottant **[7]**

Les principaux équipements d'un écran flottant incluent :

- le joint d'étanchéité écran
- robe du bac
- les béquilles support de l'écran
- une ou plusieurs béquilles casse-vide
- un ou plusieurs guides anti-rotation de l'écran

Des orifices permettant :

- le passage du dispositif de jaugeage
- l'échantillonnage
- l'accès en dessous de l'écran en cas de maintenance

Les tôles légères qui constituent l'écran. Elles sont le plus souvent en aluminium et sont munies de flotteurs. La technologie des tôles d'écran varie avec chaque constructeur. Elles peuvent être par exemple sous forme de tôle composite ou en nid d'abeilles.

II-2-4 Les causes des accidents liés au stockage atmosphérique des hydrocarbures

Bon nombre d'accidents recensés font généralement suite à des interventions humaines, à des problèmes de conception, à un vieillissement non maitrisé du matériel, à des éléments naturels tels que la foudre, inondations, séisme…. Mais aussi à des causes techniques (fuites….), organisationnelles ou humaines (débordement lors de remplissage ou des travaux de maintenance soudure par exemple).

De plus les statistiques concernant les accidents des bacs de stockage atmosphérique montrent que les causses principaux dans la majorité des incendies des réservoirs sont :

1. la foudre : est manifestation de l'électricité atmosphérique, comportant une décharge électrique accompagnée d'une vive lumière (éclaire) et d'une violente détonation (tonnerre) ; elle peut provoquer des feux aux évents des bacs de stockage à toit fixe et aux joints des bacs à toit flottant.

2. l'électricité statique : principale responsable des accidents survenant sur des réservoirs, lors des opérations de remplissage et de vidange, d'échantillonnage, etc.…

3. Travaux à chaud : à proximité des bacs de stockage.

4. Une étincelle d'origine mécanique : exemple toit bloqué restant suspendu et descendant en en balais.

5. Erreur opératoire due au dysfonctionnement de l'instrumentation, sur emplissage.

6. La corrosion : la présence d'eau au fond des réservoirs peut provoquer la corrosion ou par le produit a stockée elle-même. Si ces derniers ne sont pas bien protégés, cette corrosion provoquera une fuite.

7. Risque mécanique : Ceci est souvent un effet domino dû à une explosion d'un réservoir voisin. Lors de cette explosion, des projectiles seront projetés à très grande vitesse et peuvent se heurter au réservoir en question. La sphère risque également de glisser si les supports d'élévation ne sont pas rigides.

8. Risque thermique : Lorsqu'un incendie se produit à proximité d'un réservoir de stockage , la température du liquide à l'intérieure augment jusqu'à atteindre la température d'ébullition, les vapeurs émises vont donc occuper un volume plus grand, ceci va faire monter la pression et provoquer une fuite au niveau du point le moins résistant du réservoir qui est généralement dans la partie supérieur du ciel gazeux. Le choc thermique est également un risque important.

9. Risque de surpression : L'augmentation de la pression a lieu lors du sur remplissage des réservoirs ou lorsque la température augmente (en cas d'incendie par exemple). **[6]**

II-2-5 Équipements de sécurité des bacs

Les bacs et les cuvettes associées peuvent être équipés de dispositifs permettant la détection d'anomalies (fuite de produit, présence de gaz) et la lutte contre un éventuel sinistre (arrosage à l'eau, étouffement à la mousse) **[6]**

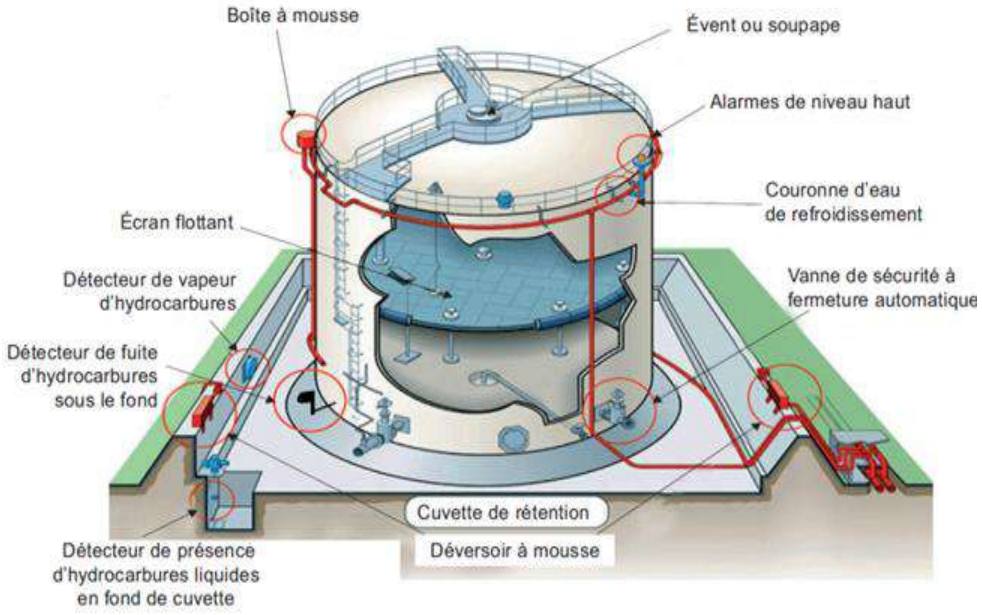


Figure II-7 : Équipements de sécurité du bac de stockage **[7]**

a) Les évents [11]

Les évents équipent les bacs stockant des produits peu volatils et non toxiques.

Le nombre et la dimension des évents est fonction des débits de phase gazeuse à évacuer et d'air à admettre.

Lors du remplissage ou de la vidange d'un réservoir, il faut éviter toute surpression ou dépression dangereuse, Il en est de même lors des variations de température qui provoquent des dilatations ou des contractions de volume de liquide stocké. **[6]**

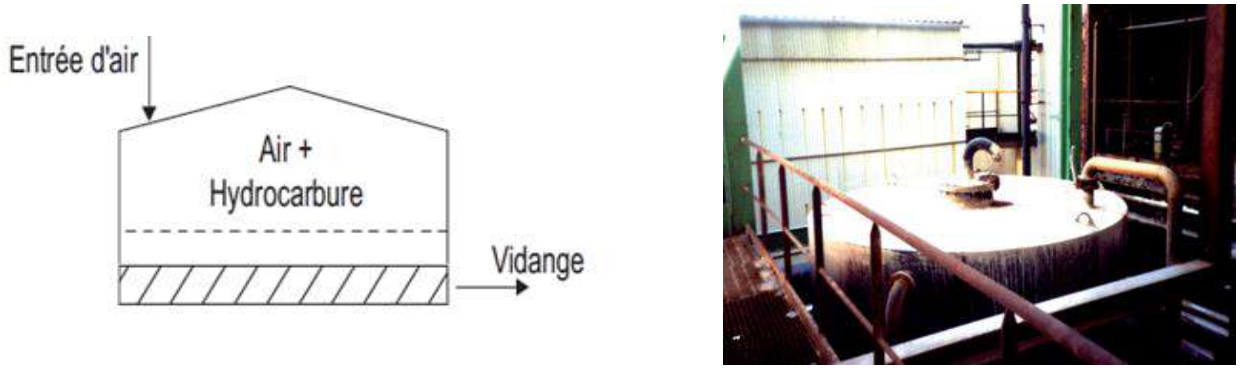


Figure II-8 : Évent simple sur bac de produit chimique **[7]**

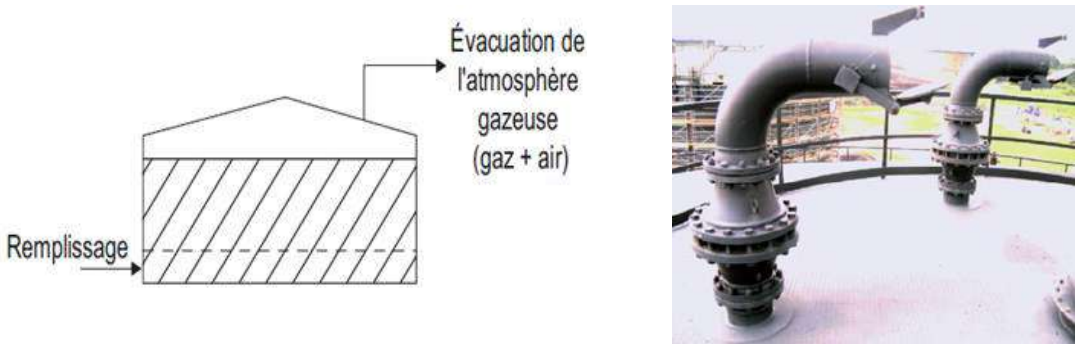


Figure II-9 : Évent à battant **[7]**

b) Les soupapes [16]

Le choix d'une soupape s'effectue en fonction du débit de passage admissible et de la pression ou de la dépression que peut supporter le bac.

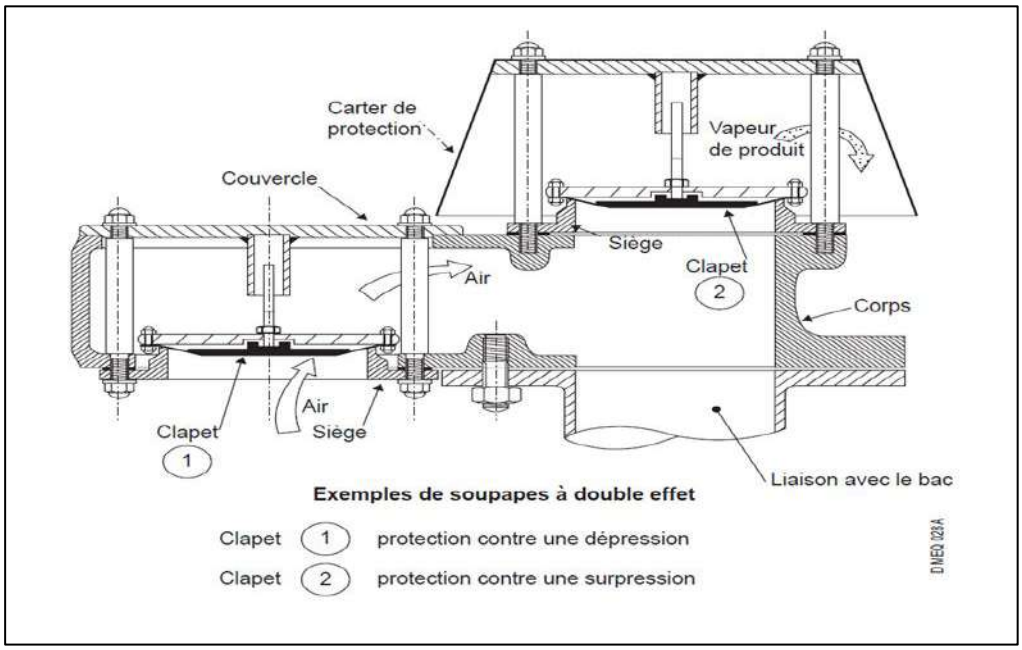


Figure II-10 : soupapes à double effet **[7]**

c) Les moyens de protection contre les surpressions accidentelles

Lors de circonstances exceptionnelles, telle qu'une explosion, une défaillance de la soupape, (gel, bouchage, etc.), une fausse manœuvre, …, il faut assurer une protection du bac. Parmi les dispositions prises pendant la construction, les plus usuelles sont :

- un disque de rupture constitué par un disque mince qui se déchire
- un clapet d'explosion, analogue à un opercule mobile de trou d'homme, qui se soulève pour assurer l'échappement et se referme automatiquement dès que la pression est redevenue normale
- une tôle de déchirure qui est une tôle dont l'assemblage aux tôles voisines est réalisée par un cordon de soudure très faible de sorte qu'en cas de surpression c'est cette tôle qui se déchire préférentiellement. Sur un bac plusieurs tôles de déchirure peuvent être montées dans la partie supérieure.
- un cordon d'étanchéité (soudure frangible) uniquement entre le toit et la cornière supérieure ceinturant le bac permettant au toit de se séparer de la virole en cas d'explosion interne. Celle-ci reste en place évitant ainsi l'écoulement du produit à l'extérieur.

d) Les arrête-flammes :

Un arrête-flamme est souvent prévu entre le bac et la soupape ou l'évent. C'est un caisson contenant un empilage de feuilles de métal gaufré où passent les gaz avant de s'échapper dans l'atmosphère. L'espace entre les éléments et le refroidissement des gaz à leur traversée provoque un "coincement" de la flamme et empêche tout retour de flamme dans le bac. **[6]**

e) Détection des anomalies :

✓ **Alarme de niveau très haut**

La plupart des bacs sont équipés de contacteur de niveau très haut indépendant du dispositif de Jaugeage.

Ce contacteur peut :

- soit délivrer une alarme en salle de contrôle
- soit en plus être associé à une sécurité de fermeture de vanne automatique de pied de bac

✓ **Détection de fuites**

On peut trouver les équipements suivants :

- détecteur de présence de gaz situé dans la cuvette de rétention autour du bac : Explosimètre à poste fixe
- détecteur de présence d'hydrocarbures liquides situés dans un puisard en point bas de la cuvette de rétention
- détecteur de fuite sous le fond du bac **[6]**



Figure II-11 : Exemple d'installation de détecteur d'hydrocarbures liquides **[7]**

a) Vanne de sécurité positive :

Les vannes pied de bacs doivent être de type sécurité feu command ables à distance et à sécurité positive

La sécurité positive comprend :

- un dispositif de manœuvre fabriqué dans un matériau de résistance au feu au moins égale à celle du corps
- l'étanchéité en ligne métal-métal après disparition des joints élastomères, s'ils existent
- la mise automatique en position de sécurité afin d'éviter d'alimenter un éventuel feu de cuvette **[6]**

g) Dispositif d'arrosage de bac : [6]

Des nombreux bacs sont équipés de dispositif d'arrosage de la robe. Ceci permet :

- de protéger par refroidissement les bacs adjacents à un bac en feu
- de refroidir la robe d'un bac en feu afin d'éviter son effondrement.



Figure II-12 : Dispositif d'arrosage de la robe d'un Bac **[7]**

Dispositif :

- alimentation en eau depuis le réseau incendie
- couronne d'arrosage percée de trous ou de diffuseur située au sommet de la robe du bac
- si le bac est muni d'une poutre raidisseuse, celle-ci est percée de trous afin de faciliter l'écoulement de l'eau en film le long de la robe

Pour les bacs à toit fixe, le dispositif d'arrosage peut être situé au sommet du toit. Dans ce cas il peut toutefois être rendu inopérant en cas de destruction du toit.

b) Dispositif d'injection de la mousse : [6]

- Injection à l'intérieur du bac à toit fixe au-dessus du liquide enflammé grâce à des boîtes ou des déversoirs à mousse

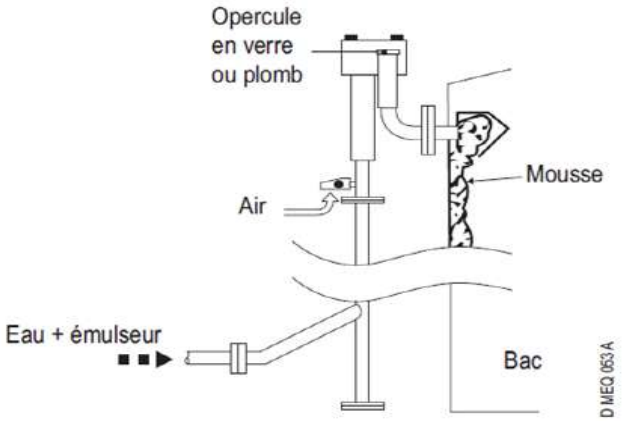


Figure II-13 : Chambre à mousse **[7]**

- Injection à l'extérieur d'un bac à toit flottant, sur le joint d'étanchéité. Une couronne métallique soudée sur le toit (barrière à mousse) permet de retenir la mousse sur la périphérie afin de recouvrir le joint.

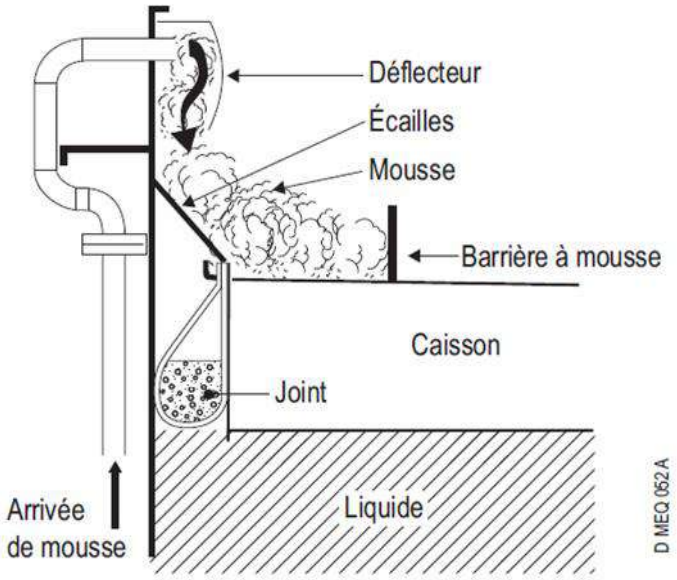


Figure II-14 : Injecteur à mousse sur Bac à toit flottant **[7]**

- Injection de mousse par la couronne d'eau de refroidissement de la robe dans le cas d'un feu de cuvette.

Deux types d'installation sont possibles :

* type avec centrale à mousse fixe : la centrale est installée en un lieu relativement éloigné des bacs de stockage. Des tuyauteries emportent et conduisent la mousse ou les solutions qui permettent de la fabriquer jusqu'aux bacs

* type avec centrale à mousse mobile. Les générateurs et les stocks de produit sont installés sur un véhicule équipé spécialement

- Injection de mousse par un flexible (bac à toit flottant). Pour atteindre le plus efficacement possible le joint annulaire, il est possible de prévoir l'injection de mousse au travers d'un flexible placé à l'intérieur du bac.

Ce flexible est connecté à une manchette sur le toit flottant qui est elle-même reliée au manifold de distribution de la mousse où des tubes transportent la mousse vers la zone d'étanchéité de l'annulaire entre joint primaire et joint secondaire.

Un des avantages de ce système est qu'il n'y a aucune déperdition de mousse et donc une arrivée plus rapide sur le joint annulaire.

- Injection de mousse dans la cuvette La cuvette de rétention d'un bac peut également être équipée de boîtes à mousse permettant un déversement de mousse directement à l'intérieur de la cuvette.

i) Dispositif d'extinction de feu de joint : [6]

Un mélange air et vapeur d'hydrocarbures peut s'accumuler dans la zone annulaire comprise entre la virole du bac et le barrage à mousse. Afin de prévenir l'extension d'un feu de joint, il est possible d'installer un dispositif automatique de détection et d'extinction.

Chapitre III :

Les Phénomènes liés aux Stockages des Hydrocarbures

Chapitre III :

III - Les Phénomènes liés aux Stockages des Hydrocarbures :

Le risque industriel majeur correspond au risque accidentel pouvant survenir sur les sites industriels et entraînant des conséquences graves pour les personnes, les biens et l'environnement.

On distingue plusieurs types d'effets, immédiats ou différés, consécutifs à un éventuel accident industriel **[16]** ,**[17]**

- **les effets thermiques**, conséquence d'un incendie ou d'une explosion,
- **les effets de surpression**, conséquence d'une explosion ou d'un éclatement,
- **les effets toxiques consécutifs à une dispersion dans l'air de produit toxique volatil** ou à un incendie dégageant des fumées toxiques,
- **les effets de pollution**, généralement consécutifs à l'épandage ou la fuite d'un produit toxique pour l'environnement sur le sol ou dans l'eau.

Différents phénomènes pouvant aboutir à des accidents majeurs sont redoutés sur les sites industriels. En particulier, on peut citer :

III-1 UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion)

En français : Explosion d'un nuage de gaz en atmosphère libre.

Un **UVCE** est une explosion d'un nuage de vapeur provoquée par l'inflammation d'un nuage de gaz/vapeur inflammable mélangé avec de l'air dans un environnement ouvert (par exemple à l'air libre). **[8]**

UVCE génère des effets thermiques et des effets de pression. Les dangers d'explosion et d'incendies peuvent être présents simultanément. Les effets thermiques peuvent entraîner des brûlures, la propagation progressive de l'incendie vers des tiers, etc. **[9]**

Description du phénomène :

Quand une substance inflammable s'échappe dans l'atmosphère et que le nuage de vapeur formé rencontre une source d'inflammation, les parties du nuage dont la concentration se trouve dans les limites d'inflammabilité (LIE/LSE) vont s'enflammer. Quand ceci arrive très rapidement il crée une force explosive appelée l'explosion de nuage de vapeur (UVCE). **[8]**

Un front de flamme se propage associé à l'expansion des gaz brûlés qui agissent sur les gaz frais environnant à la manière d'un piston pouvant donner lieu à une onde de pression aérienne (déflagration). **[9]**

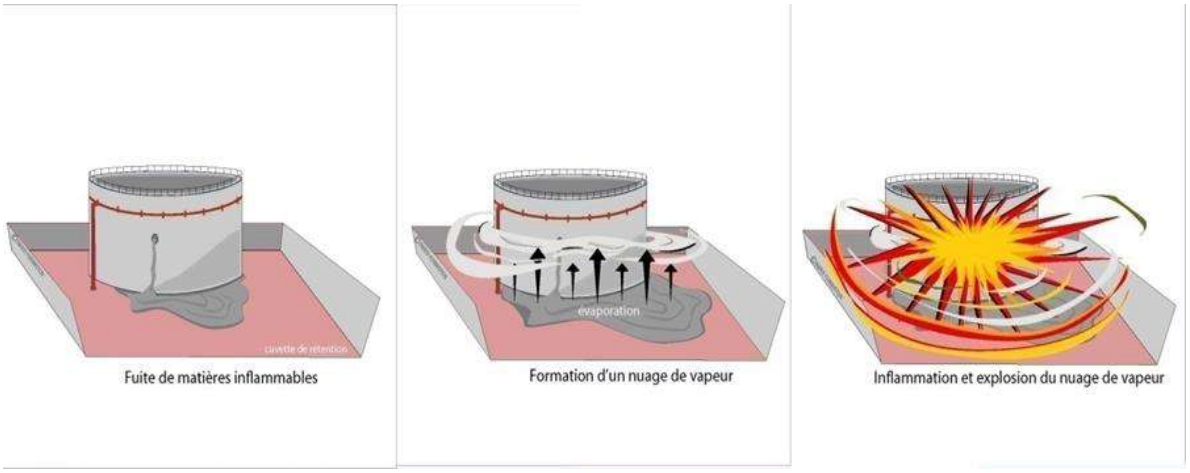


Figure III-1 : le Phénomène UVCE **[10]**

Origines :

- Fuite d'un gaz combustible liquéfié
- Évaporation d'une flaque de liquide inflammable.

Une très faible énergie suffit pour initier l'explosion. Par ailleurs, l'allumage peut se produire à une certaine distance du lieu de la fuite.

Un UVCE génère plusieurs effets :

- Une boule de feu qui consume ou endommage ce qui se trouve à l'intérieur.
- Un rayonnement thermique sur le voisinage immédiat de la boule de feu.

* Des effets de pression plus ou moins importants suivant l'encombrement du lieu de l'accident

Les conséquences de l'UVCE dépendent de :

- La masse de gaz combustible concerné, c'est à dire du volume du nuage.
- La composition du nuage de gaz.
- L'encombrement de l'espace.

Plus le nuage est important et plus on se rapproche d'une composition combustible/comburant idéale ; plus les conséquences sont important. Par ailleurs plus les espaces sont encombré (tuyau ; véhicule ; convoyeur…..) plus explosion sera violant.

III-2 BLEVE« Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion »

Description du phénomène [9] :

Un **BLEVE** correspond à la libération brutale d'une masse de gaz liquéfié en état d'ébullition sous pression, suite à l'éclatement ou la perforation d'une enveloppe de stockage suivi d'une inflammation générale immédiate. Il s'agit d'une explosion dont les effets dominants sont les effets de rayonnement thermique plus que de surpression.

Il est définit comme une vaporisation violente, à caractère explosif, consécutif à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieur à sa température normale d'ébullition à la pression atmosphérique.**[8]**

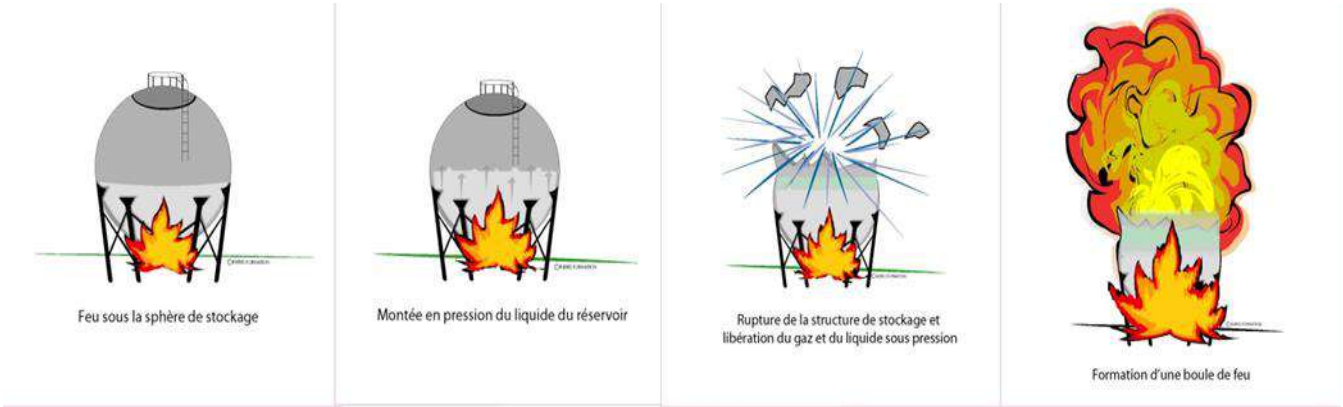


Figure III-2 : le Phénomène BLEVE **[18]**

Origines :

* Corrosion ;
* Dommages ou fatigues mécaniques ;
* Hautes températures (incendie).

Un BLEVE génère plusieurs effets : [9]

- Une boule de feu : qui consume ou endommage ce qui se trouve à l'intérieur ;
- Un rayonnement thermique sur le voisinage immédiat de la boule de feu. Ainsi les rémittences de ce front de flamme peuvent atteindre des valeurs de plusieurs centaines de kW/m2 ;
- Une Onde de pression choc (détonation) : Le BLEVE est une explosion, il va donc générer une onde de choc (détonation), un important déplacement d'air qui va affecter l'environnement proche du réservoir ;
- Projection de débris : Des débris sont propulsés majoritairement vers les extrémités du réservoir. Cette projection est donc imprévisible et peu parfois atteindre des proportions énormes, à plus d'un kilomètre de diamètre de la source.

III-3 BOIL-OVER

Description du phénomène :

Un **Boil Over** est un phénomène de grande ampleur impliquant des réservoirs aériens et résultant de la transformation en vapeur, d'eau liquide (fond d'eau, eau libre, émulsion) contenue dans un réservoir atmosphériques d'hydrocarbure en feu. **[8]**

Ce phénomène a l'origine de violente projection d'un liquide enflammé et de la formation d'une boule de feu. **[9]**

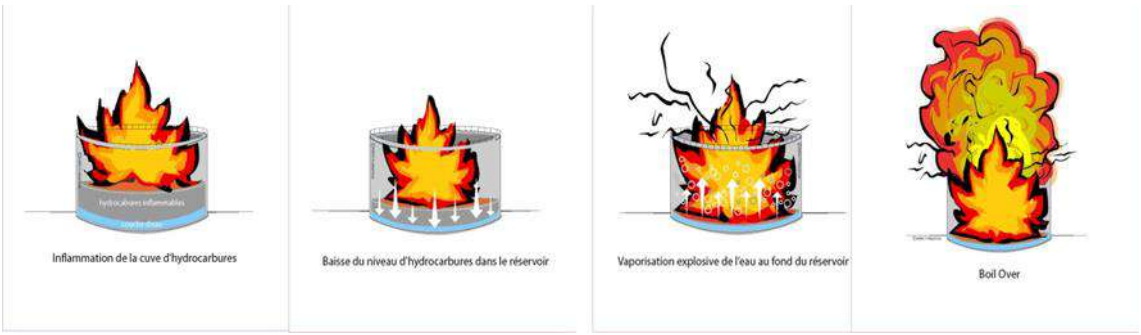


Figure III-3 : le Phénomène BOIL-OVER **[10]**

Origines :

- Présence d'eau dans le réservoir (teneur en eau de l'hydrocarbure, pénétration de l'eau de pluie au travers des évents, condensation sur les parois internes, introduction d'eaux d'extinction)
- Incendie prolongé en partie supérieure ;
- Propagation d'une onde de chaleur ;
- Vaporisation de l'eau (1 m^3 d'eau ~ 1600 à 2000 m^3 de vapeur

Un Boil Over génère plusieurs effets : [9]

- Une explosion (rupture de la capacité) ;
- Une éjection de liquide en émulsion et en feu. (Extension de l'incendie) ;
- Une boule de feu avec ses retombées (effets thermiques).

III-4 FEU DE TORCHE

Description du phénomène : [11]

Dans l'environnement industriel, les feux de torche appelés également feux chalumeau peuvent survenir suite à des fuites accidentelles de fluides inflammables ou à des évacuations intentionnelles de sous-produits par l'intermédiaire de torchères.

Origines :

Le phénomène de feu de torche a pour origine un rejet de fluides combustibles, généralement à l'état gazeux, qui s'enflamme : **[10]**

- Spontanément si sa température est suffisamment élevée ;
- En raison de points chauds ;
- Par démarrage d'un véhicule situé à proximité (étincelle) ;
- Par action de la foudre.

Les produits enflammés sont divers et vont des gaz tels que l'hydrogène, le propane…. Les feux torche se produisent généralement sur des canalisations mais une fissure ou une perforation sur un stockage ou encore une vanne de purge restée ouverte peuvent également être à l'origine d'un tel phénomène.

Les causes : [11]

- La défaillance matérielle (corrosion de la conduite, contraintes mécaniques trop fortes et fissure de soudure)
- La défaillance humaine provenant soit de travaux de maintenance et d'exploitation inhérents à la structure visée, soit de travaux totalement indépendants (perforation d'une canalisation par des engins de terrassement)
- Les agressions naturelles (foudre frappant une canalisation enterrée).

Les conséquences d'une feu torche :

Parmi les conséquences les plus critiques, il convient de citer des pertes humaines (ouvriers, conducteurs de camions…) et matérielles (effets dominos) pouvant entraîner également une perte de production, et plus grave une propagation à d'autres installations.

Par ailleurs, quelques éléments observés donnent une idée qualitative des conséquences des feux torche : **[11]**

- Les débits de fuite qui représentent des quantités importantes de combustibles rejetés (toxicité) ; Exemple : « chalumeau…alimenté à un débit de 250 à 300 l/min »
- L'orientation de la flamme qui peut avoir une influence déterminante sur l'occurrence d'effets dominos (thermique) ; exemple : « flamme chalumeau horizontale ou chalumeau à flamme verticale orientée vers le haut »
- Les hauteurs de flamme de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres (thermique) ;
- Une caractéristique particulière de la feu torche réside dans sa propension à entraîner des effets dominos sur les équipements alentour.

III-5 FEU DE NAPPE

Description du phénomène :

Le feu de nappe, décrit un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustible liquide. Ce phénomène implique principalement la surface de la nappe en contact avec l'air.

Le feu de nappe résulte de la présence simultanée d'une nappe de liquide inflammable portée à une température supérieure à son point éclair et d'un point chaud (étincelle, flamme nue, métal incandescent, etc.). **[12]**

La terminologie feu de nappe ou de flaque s'applique à un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustibles liquides.

On distingue : **[8]**

* Les feux de cuvette de rétention
* Les feux de réservoirs
* Les feux de flaque libre

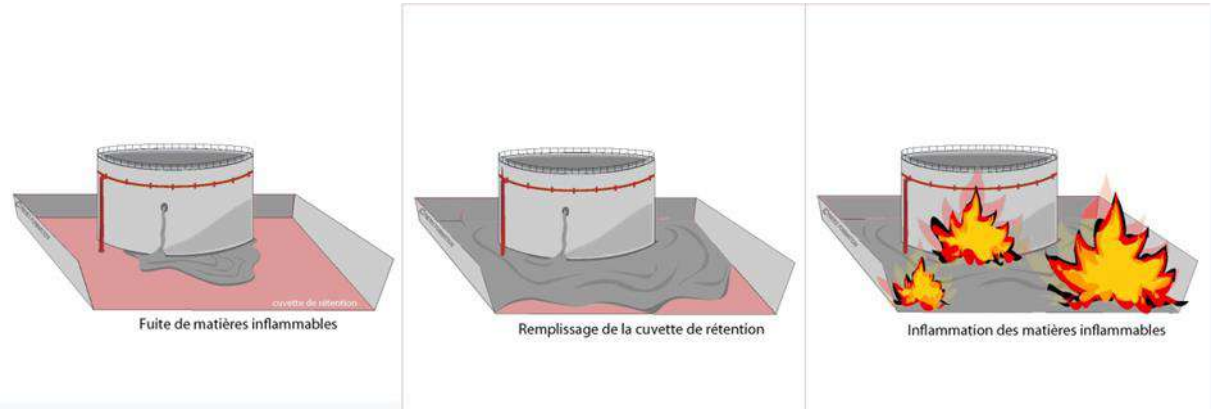


Figure III-4 : Représente le Phénomène du feu de nappe **[10]**

Origines :

La nappe de liquide inflammable résulte fréquemment d'une fuite, plus ou moins importante. Il est à noter que le point chaud, s'il est maintenu suffisamment longtemps, peut initier l'incendie d'un liquide dont la température est inférieure au point éclair : le point chaud en lui-même peut porter localement le liquide à une température supérieure à son point éclair, démarrer l'incendie qui se généralise ensuite à toute la nappe. **[12]**

Les conséquences d'un feu de nappe :

L'impact d'un feu de nappe dépend de la taille de la surface en feu, du produit qui se consume et de la durée de l'incendie. **[8]**

De manière générale, les principales conséquences observées de manière récurrente sont la pollution des eaux de surface ainsi que la contamination des sols, voire des eaux souterraines, plus rarement, des blessés ou des morts.

Les effets thermiques observés dépendront de la taille de la nappe ainsi que du combustible.

Par contre, si l'incendie se développe à proximité de stockage de matières combustibles, des effets dominos peuvent être observés et les conséquences peuvent être dramatiques (incendie plus violent, explosion…). **[8]**

Chapitre IV :

Application de la méthode HAZOP

Chapitre IV :

Introduction

Le risque technologique majeur est un événement tel qu'une émission de vapeur, un incendie ou une explosion, de caractère majeur, en relation avec un développement incontrôlé d'une activité industrielle, entrainant un danger grave, immédiat ou différé pour l'homme, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement, et/ou pour l'environnement, et mettant en jeu une ou plusieurs substance.

Pour prévenir le risque, il faut d'abord le connaitre et évaluer ses conséquences.

La gestion des risques peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées menées en vue de réduire les risques au niveau jugé acceptable. Cette gestion des risques est constituée de trois étapes :

* Analyse des risques
* Évaluation des risques
* Maitrise et réduction du risque

IV -1 Analyse des risques : [13]

L'analyse du risque est définie comme « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ».

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurités existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser les risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable.

Son estimation peut être effectuée de manière semi-quantitative à partir :

* d'un niveau de probabilité que le dommage survienne,
* d'un niveau de gravité de ce dommage.

Bien entendu, l'acceptation de ce risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité du risque.

Il existe un grand nombre d'outils dédies à l'identification des dangers et des risques associés à un procédé ou une installation.

Quelques-uns des outils les plus fréquemment utilisés sont :

- L'analyse préliminaire des risques (APR) ;
- L'analyse des modes des défaillances, de leur effet et de leur criticité (AMDEC) ;
- L'analyse des risques sur schémas type (HAZOP)
- L'analyse des événements (ADE)
- L'analyse par arbre de défaillances (ADD)
- Le nœud de papillon.

Ces outils pris individuellement ou combinés permettent le plus souvent de répondre aux objectifs d'une analyse des risques portant sur un procédé ou une installation.

Il existe deux grands types de démarche en vue d'analyse les risques : la démarche **inductive** et la démarche **déductive**.

Dans une approche inductive, une défaillance ou une combinaison de défaillances est à l'origine de l'analyse.il s'agit alors d'identifier les conséquences de cette ou ces défaillances sur le système ou son environnement.

On dit généralement que l'on part des causes pour identifier les effets.

Les principales méthodes inductives utilisées dans le domaine des risques accidentels sont :

L'analyse préliminaire des risques, l'analyse des modes de défaillances et l'analyse porte sur l'identification des causes susceptible de conduire à cet état. On part alors des effets pour remonter aux causes. L'arbre des défaillances constitue une des principales méthodes déductives.

Méthode	Approche	Défaillance envisagées	Niveau de détail	Domaine d'application
APR	Inductive	Indépendantes	+	Installation les moins complexes étapes préliminaires d'analyse
HAZOP	Inductive	Indépendantes	++	Système thermo-hydrauliques
AMDEC	Inductive	Indépendantes	++	Sous-ensembles techniques bien délimités
Arbre d'événements	Inductive	Combinées	+++	Défaillances préalablement identifiées
Arbre des défaillances	Déductive	Combinées	+++	Évènement redouté ou indésirables préalablement identifiées
Nœud papillon	Inductive Déductive	Combinées	+++	Scénario d'accidents jugés le plus critiques

Tableau IV -1 : Les principales méthodes d'analyse des risques **[13]**

IV-2 Matrice de risque :

Après l'identification des risques et problèmes potentiels, une évaluation du risque a été réalisée en identifiant la probabilité d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences.

Cette évaluation s'est basée sur le principe de la matrice de risque. C'est un outil pour dire si le risque est acceptable ou non puis renfoncer, le cas échéant les barrières de prévention et de protections.

Les classes de gravité et de probabilité sont décrites en détails ci-après :

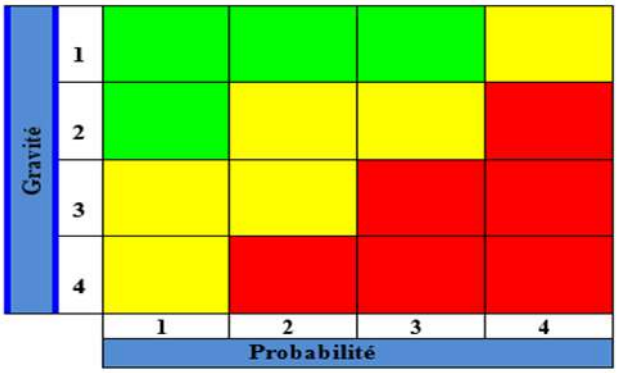


Tableau IV-2 : La matrice de risque définie par SONATRACH **[13]**

• **Échelle des gravités :**

Gravité	Personnel	Environnement	Public	Production/biens
G4	Plusieurs décès	Pollution hors limites de longue durée	Décès	Dommage important et arrêt total de la production
G3	Incapacité permanente ou 1 décès	Pollution interne non maîtrisée ou pollution hors limite maîtrisée	Blessures significatives	Dommage localisé et arrêt partiel d'unité
G2	Blessures significati ves (AAA)	Pollution interne maîtrisée	Blessures mineures	Dommages mineurs et arrêt bref de la production
G1	Blessure mineures (ASA)	Mineure	Pas d'incidence	Pas de dommage, pas d'arrêt de production

Tableau IV-3 : Échelle des gravités [13]

• **Échelle des occurrences :**

Probabilité	Description	Fréquence
P4	Très probable S'est produit fréquemment au sein de Sonatrach.	1/ an
P3	Probable S'est produit (ou pourrait se produire) au sein de Sonatrach, pourrait se produire pendant la durée de vie de l'installation	10^{-2} à 10^{-1}/an
P2	Peu probable Déjà (ou pourrait se) rencontré dans une organisation similaire à Sonatrach	10^{-4} à 10^{-2}/an
P1	Improbable Jamais rencontré ou entendu parler mais physiquement possible(ou rarissime)	$<10^{-4}$/an

Tableau IV -4 : Échelle des occurrences **[13]**

• **La classification de risque :**

Classification de risque	Description
	Acceptable
	ALARP
	Inacceptable

Tableau IV-5 : La classification de risque **[13]**

La définition du mot ALARP (as low as reasonably praticable) ou encore (Aussi bas que Raisonnablement possible), signifie que le risque est tolérable si le coût nécessaire à l'investissement de la mesure proposée (Recommandation) est supérieur au coût de la perte potentielle.

IV -3 Présentation de la méthode HAZOP :

Introduction [8]

La méthode HAZOP (**HAZard OPerability**) a été développée par la société Imperial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Elle a depuis été adaptée dans différents secteurs d'activité. L'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié en 1980 une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulé « Eude de sécurité sur schéma de circulation des fluides ».

Considérant de manière systématique les dérives des paramètres d'une installation en vue d'en identifier les causes et les conséquences, cette méthode est particulièrement utile pour l'examen de **systèmes thermo-hydrauliques**, pour lesquels des **paramètres** comme **le débit, la température, la pression, le niveau, la concentration…** sont particulièrement importants pour la sécurité de l'installation.

De par sa nature, cette méthode requiert notamment l'examen de schémas et plans de circulation des fluides ou schémas P&ID (Piping and Instrumentation Diagram).

1) Principe de la méthode : [13]

La méthode de type HAZOP est dédiée à l'analyse des risques des systèmes thermo-hydrauliques pour lesquels il est primordial de maîtriser des paramètres comme la pression, la température, le débit…

L'HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. De ce fait, elle est centrée sur l'installation à la différence de l'AMDE qui est centrée sur les composants.

Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction :

- de **mot-clé** comme par exemple « **Pas de** », « **Plus de** », « **Moins de** », « **Trop de** »
- des **paramètres** associés au système étudié. Des paramètres couramment rencontrés concernent la température, la pression, le débit, la concentration, mais également le temps ou des opérations à effectuer.

Mot-clé + Paramètre = Déviation

Le groupe de travail doit ainsi s'attacher à déterminer les causes et les conséquences potentielles de chacune de ces dérives et à identifier les moyens existants permettant de détecter cette dérive, d'en prévenir l'occurrence ou d'en limiter les effets. Le cas échéant, le groupe de travail pourra proposer des mesures correctives à engager en vue de tendre vers plus de sécurité. **[8]**

A l'origine, l'HAZOP n'a pas été prévue pour procéder à une estimation de la probabilité d'occurrence des dérives ou de la gravité de leurs conséquences. Cet outil est donc parfois qualifié de qualitatif.

2. Déroulement de la méthode :

Le déroulement d'une étude HAZOP est sensiblement similaire à celui d'une AMDE.

Il convient pour mener l'analyse de suivre les étapes suivantes :

1. Dans un premier temps, choisir une ligne de la maille. Elle englobe généralement un équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procédé identifiée au cours de la description fonctionnelle.
2. Choisir un paramètre de fonctionnement,
3. Retenir un mot-clé et générer une dérive,
4. Vérifier que la dérive est crédible. Si oui, passer au point 5, sinon revenir au point 3,
5. Identifier les causes et les conséquences potentielles de cette dérive,
6. Examiner les moyens visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets,
7. Proposer, le cas échéant, des recommandations et améliorations,
8. Retenir un nouveau mot-clé pour le même paramètre et reprendre l'analyse au point 3,
9. Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau paramètre et reprendre l'analyse au point 2),
10. Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne et reprendre l'analyse au point 1).

3) Feuille HAZOP :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observations

Date :du23 à 25/06/2021 Ligneouéquipement : au niveau du réservoir de refroidisseur								
N°	Mot clé	Paramètre	Déviation	causes	conséquences	Barrières Sécurités	Actions correctives	observations
1	Plus de	Niveaud'eau	Niveaud'e auélevé	-vanne défaillante -Pressostat défaillant	.Augmentation de pression -Risque d'endommag-ementde réservoir	Evacuation de sécurité (tarage)	-Alarme niveau haut -Ronde de routine	Criticité négligeable, Aucune modification de conception Maintenance corrective

Tableau IV -6 : Exemples Tableau HAZOP

4) Les mots clés : [8]

Les mots-clés, accolés aux paramètres importants pour le procédé, permettent de générer de manière systématique les dérives à considérer.

La norme CEI : 61882 propose des exemples de mots-clés dont l'usage est particulièrement courant. Ces mots-clés sont repris dans le tableau ci-dessous, inspiré du Tableau 3 de la norme précitée.

Type de déviation	Mot-Guide	Exemples d'interprétation
Négative	NE PAS FAIRE	Aucune partie de l'intention n'est remplie
Modification quantitative	PLUS	Augmentation quantitative
	MOINS	Diminution quantitative
Modification qualitative	EN PLUS DE	Présence d'impuretés – Exécution simultanée d'une autre opération/étape
	PARTIE DE	Une partie seulement de l'intention est réalisée
Substitution	INVERSE	S'applique à l'inversion de l'écoulement dans les canalisations ou à l'inversion des réactions chimiques
	AUTRE QUE	Un résultat différent de l'intention originale est obtenu
Temps	PLUS TOT	Un événement se produit avant l'heure prévue
	AVANT	Un événement se produit après l'heure prévue
Ordre séquence	AVANT	Un événement se produit trop tôt dans une séquence
	APRES	Un événement se produit trop tard dans une séquence

Tableau IV-7 : Exemples de mot-clé **[8]**

5) Les paramètres opératoires : [13]

Les paramètres auxquels sont accolés les mots-clés dépendent bien sûr du système considéré. Généralement, l'ensemble des paramètres pouvant avoir une incidence sur la sécurité de l'installation doit être sélectionné. De manière fréquente, les paramètres sur lesquels porte l'analyse sont : **La température, la pression, le débit, le niveau, le temps, Concentration ou composition chimique, Électricité statique, Viscosité….**

6) Les déviations : [13]

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

- « Plus de » et « Température » = « Température trop haute »,
- « Moins de » et « Pression » = « Pression trop basse »,
- « Inverse » et « Débit » = « Retour de produit »,
- « Pas de » et « Niveau » = « Capacité vide ».

7) Causes et conséquences de la dérive : [13]

Le groupe de travail, une fois la dérive envisagée, doit identifier les causes de cette dérive, puis les conséquences potentielles de cette dérive. En pratique, il peut être difficile d'affecter à chaque mot clé (et dérive) une portion bien délimitée du système et en conséquence, l'examen des causes potentielles peut s'avérer, dans certains cas, complexe. Afin de faciliter cette identification, il est utile de se référer à des listes guides.

8) Moyens de détection, sécurités existantes et propositions : [13]

La méthode HAZOP prévoit d'identifier pour chaque dérive les moyens accordés à sa détection et les barrières de sécurité prévues pour en réduire l'occurrence ou les effets.

Si les mesures mises en place paraissent insuffisantes au regard du risque encouru, le groupe de travail peut proposer des améliorations en vue de pallier à ces problèmes ou du moins définir des actions à engager pour améliorer la sécurité quant à ces points précis.

9) Avantages de HAZOP :

• L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques.

• Cette méthode présente comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

10) Limites de HAZOP :

• HAZOP permet difficilement d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

• Il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive.

• Les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe.

IV - 4 Description des équipements du traitement et du stockage de l'huile hors spec : [4]

Le système d'huile hors-spec est utilisé de façon exceptionnelle lors du démarrage de l'installation ou du déclenchement d'une ou plusieurs unités de traitement d'huile, du déclenchement du système de stabilisation (colonne), du déclenchement du bac de stockage en remplissage ou de TVR trop élevée. Celui-ci permet de continuer la production en stockant de manière sûre de l'huile mal stabilisée. La production d'huile au niveau des plateformes des satellites peut donc continuer tant que le bac de stockage d'huile hors spec n'est pas complètement rempli. Le bac de stockage d'huile hors-spec est également utilisé en opération normale. Il reçoit en effet le liquide collecté dans le ballon de drains fermés et dans les ballons de torche, ainsi que les effluents huileux du package de traitement des eaux huileuses et du traitement API. Ce système comprend :

- **(1 x 100%) Séparateur d'huile hors spec (P90-VA-21-01)**
- **(1 x 100%) Gaz boot d'huile hors spec (P90-VG-21-01)**
- **1 Bac de stockage d'huile hors spec à toit fixe (P90-RM-21-01)**
- **(2 x 100%) Pompes d'huile hors spec (P90-PA-21-01 A/B)**
- **1 Pompe de vidange d'huile hors spec (P90-PG-21-)**

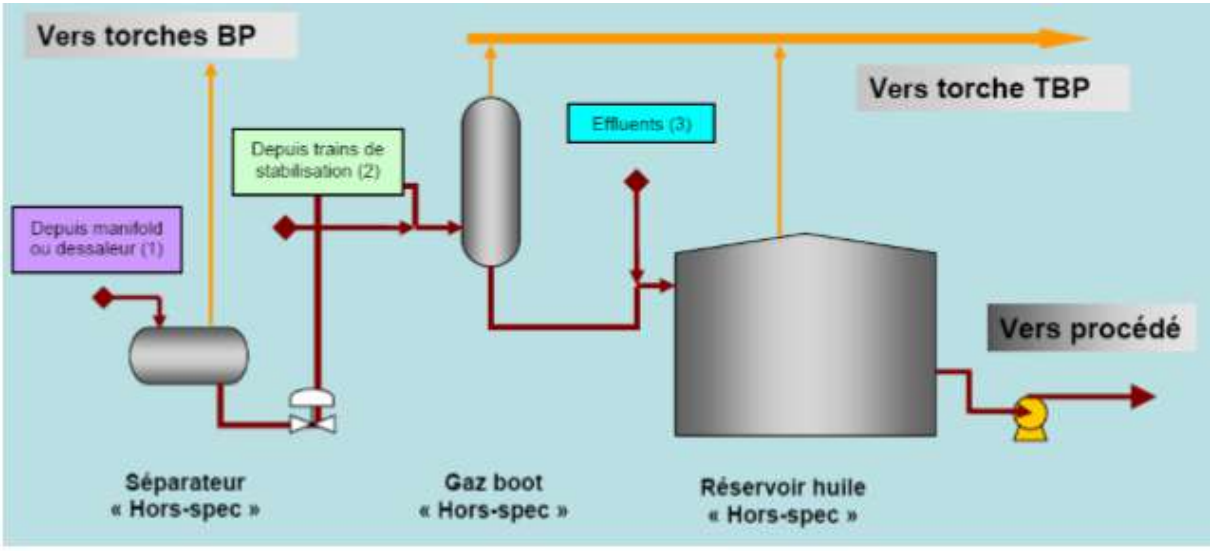


Figure IV -1 : Système hors spécification **[2]**

- **Séparateur d'huile hors spec :**

Le séparateur d'huile hors spec permet de séparer le gaz de l'huile à une pression de 3 barg. Le séparateur d'huile hors-spec peut recevoir : - l'huile non stabilisée provenant du by-pass des unités de traitement d'huile. Le système d'huile hors-spec est dimensionné pour recevoir la production totale (3 x 100 000 barils/jour)

- l'huile non stabilisée provenant du collecteur d'huile hors-spec basse-pression. Le collecteur d'huile hors-spec basse pression permet de diriger vers le séparateur d'huile hors-spec la production de deux satellites dont les pompes d'expédition seraient hors-service ;

- l'huile non stabilisée provenant du collecteur d'huile hors-spec sortie dessalage. En cas de déclenchement de la stabilisation ou de décision de l'opérateur, l'huile alimentant la colonne de stabilisation peut être déviée vers le séparateur d'huile hors-spec. Le collecteur d'huile hors-spec sortie dessalage peut faire passer la production de trois unités de traitement d'huile, c'est-à-dire 300 000 barils/jour. Le gaz est créé lors de la détente de l'huile en amont du séparateur. Le séparateur d'huile hors-spec est opéré à 3 barg. Le gaz est envoyé par contrôle de pression vers le collecteur de torche basse pression commun. Une ligne de gaz combustible permet de maintenir en pression le séparateur d'huile hors-spec au démarrage ou lorsque le dégazage est insuffisant. Le séparateur d'huile hors-spec est équipé d'un dispositif de distribution à ailettes (type Schopentoeter) à l'entrée et d'une plaque de tranquillisation pour améliorer la séparation gaz/liquide ainsi qu'un dévésiculeur installé sur la sortie gaz pour limiter l'entraînement de liquide vers la torche. Le but du séparateur d'huile hors spec est de limiter le dégazage dans le

séparateur en aval (Gaz boot d'huile hors spec), la combustion dans la torche basse pression étant meilleure que dans la torche très basse pression.



Figure IV -2 : Séparateur d'huile hors spec

- **Gaz boot d'huile hors spec :**

L'huile s'écoule du séparateur d'huile hors-spec vers le gaz boot d'huile hors-spec qui respire directement sur la torche très basse pression. Le gaz boot d'huile hors-spec peut également recevoir la production des trois unités de traitement d'huile en sortie des aéroréfrigérants d'huile stabilisé. Le gaz boot est un ballon vertical équipé d'un dispositif de distribution à ailettes (type Schopentoeter) à l'entrée et d'un dévésiculeur à deux étages installé sur la sortie gaz pour limiter l'entraînement de liquide vers la torche. Le gaz boot d'huile hors spec travaille à une pression très proche de la pression atmosphérique. Son but est de séparer l'huile du gaz créé lors de la détente du brut à pression atmosphérique. L'huile ainsi dégazée peut ensuite être stockée. L'huile s'écoule par gravité du gaz boot d'huile hors-spec vers le bac de stockage d'huile hors spec. La ligne reliant le gaz boot d'huile hors spec constitue un col de cygne qui maintient constant en permanence le niveau dans le gaz boot d'huile hors spec.

Figure IV -3 : Gaz boot d'huile hors spec



- **Bac de stockage d'huile hors spec :**

Le bac de stockage d'huile hors-spec (toit fixe, type dôme d'un volume utile de 20 000 m^3) est également connecté à la torche très basse pression. Un balayage continu ainsi qu'une vanne de contrôle de pression alimentant en gaz combustible le bac d'huile hors-spec permettent d'éviter la création de vide dans le bac en cas de vidange du bac et/ou en cas de condensation du ciel gazeux. Le bac de stockage d'huile hors spec reçoit aussi l'huile provenant des ballons de torche très basse pression, basse pression et compression, du package de traitement des eaux huileuses, du bassin API et du ballon des drains fermés.



Figure IV -4 : Bac de stockage d'huile hors spec

- **Pompes d'huile hors spec et pompe de vidange du bac hors spec :**

L'huile hors-spec est recyclée du bac vers les unités de traitement par les pompes d'huile hors-spec (P90-PA-21-01 A/B) à un débit maximum de 325 m3/h. Il s'agit de deux pompes verticales exportant l'huile à l'entrée du séparateur tri phasique sur chacun des trains de traitement d'huile. Une ligne verrouillée fermée (LC) connecte le refoulement des pompes d'huile hors-spec à l'aspiration des pompes export et permet d'exporter directement l'huile

hors-spec. La pompe de vidange du bac hors-spec (P90-PG-21-02) permet d'envoyer l'eau récupérée au fond du réservoir hors-spec Bacs de stockage d'huile stabilisée et d'huile hors spécification.

- **Charge entrant dans le traitement d'huile hors spec : [4]**

Le traitement de l'huile hors spec peut recevoir sa charge principale de 4 origines distinctes :

- Du manifold d'huile brute provenant des satellites.
- Du manifold basse pression provenant des satellites
- De la sortie du deuxième étage de dessalage sur chaque unité de traitement d'huile.
- De la sortie des aéroréfrigérants d'huile stabilisée sur chaque unité de traitement d'huile.

Le séparateur d'huile hors-spec reçoit le brut des satellites si les unités de traitement ne peuvent pas recevoir la totalité du débit (par exemple en cas de déclenchement d'une ou plusieurs unités de traitement de brut) ainsi que la production en amont de la colonne de stabilisation en cas de déclenchement PSD2 P10C ou de décision de l'opérateur. L'huile est envoyée par contrôle de niveau vers le gaz boot d'huile hors-spec et le gaz est envoyé par contrôle de pression vers le collecteur de torche très basse pression.

Le contrôle du débit en entrée du traitement d'huile hors spec depuis le collecteur de brut est régulé en pression. En fonctionnement normal, le contrôleur de pression PIC00058A (point de consigne à 13.5 barg) répartit le brut dans les 3 unités de traitement d'huile. Si les unités de traitement d'huile ne peuvent pas traiter l'intégralité du brut provenant des satellites, la pression dans le collecteur va croitre et le contrôleur PIC00058B (point de consigne à 14 barg) va envoyer automatiquement le surplus d'huile dans le séparateur d'huile hors spec.

Equipement	Service	Dimensions mm	Pression de service	Température de service	Pression de calcul	Température de calcul
P90-VA-21-01	Séparateur d'huile hors spec	4500 x 16500	3 barg	70 °C	6 barg	-5 / 90 °C
P90-VG-21-01	Gaz boot d'huile hors spec	4000 x 15550 mm	0 barg	70 °C	3.5 barg	-5 / 90 °C
P90-RM-21-01	Bac de stockage d'huile hors	D / h) 36 m x 21.9 m Volume 20000M 3	0 barg	70°C	+300 mbar	5°C ; 90°C

Equipement	-
Service	Système d'huile hors spec
Volume de stockage	20000 m^3
Débit maximum de traitement	2270 m^3/h

Tableau IV-8 : Les caractéristiques des équipements du système hors spec [2]

IV – 5 Analyse préliminaire du système Hors-Spécification :

L'analyse Préliminaire des risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet.

L'analyse Préliminaire de Risque nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation .L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse.**[15]**

Le tableau suivant mis en relief les différents risques et causes liés aux équipements de système Hors-Spec ainsi que les mesures de prévention et de protection préconisées.

Equipement	Risque	Cause	Moyen de prévention	Moyen de protection
la ligne d'alimentation du séparateur d'huile hors-spécification	Formation d'une nappe d'huile hors-spec pouvant conduire à : - feu de nappe - jet enflammé - VCE - flash fire (champ libre)	Surpression (Production à plus de 300000 BPD vers hors spec.) - Agression externe : *Travaux ; *circulation ; -Défaillance mécanique : *Corrosion *Erosion *Vibrations *Fatigue	Procédure de travaux/autorisation de Travail. -Circulation réglementée sur le site / routes internes en dehors des zones classées -Classe de tuyauterie / procédure d'inspection -Rondes d'exploitation / rondes de Sécurité - Détecter les fuites de gaz inflammables et les Incendies (Système Feu & Gaz)	- les PSHH et PSLL provoquent l'isolement du Séparateur par le déclanchement de PSD2 P90 S - Système de lutte contre l'incendie (refroidissement des équipements adjacents) - Sur détection confirmée, déclenchement automatique système déluge de la zone hors-spec (PSD2 P90 S
Le séparateur d'huile hors-spécification	- Formation d'un nuage de gaz inflammable pouvant conduire à un jet enflammé ou à une explosion (flash fire ou VCE) - Formation d'une nappe d'huile hors-spec pouvant conduire à un feu de nappe, à un jet enflammé ou à une explosion (flash fire ou VCE)	- Surpression : (Feu sous le séparateur d'huile hors-spec) - Sur-remplissage du Séparateur : (Fermeture intempestive SDV10041) - Agression externe : *Effet domino, *Travaux - Défaillance mécanique : *Corrosion, Erosion, Vibration	- Alarme de pression haute (PAH10002) -Sécurité de pression très haute (PSHH10012) -Soupape de sécurité (PSV010007 A/B) -Alarme de niveau haut (LAH 10040) -Sécurité de niveau très haut (LAHH10008, Voting 2003) - Détecter les fuites de gaz	Le PSHH provoquent l'isolement du séparateur (PSD2 P90 S) - Le LSHH provoque l'isolement du séparateur (PSD2 P90 S) (2 détecteurs sur 3 doivent détecter le niveau très haut pour isoler le séparateur) - Sur détection confirmée, déclenchement automatique système déluge de la zone

			inflammables et les incendies, (système Feu & Gaz)	hors-spec - Refroidir les équipements adjacents et absorber les radiations thermiques (Système lutte contre l'incendie)
Réservoir de stockage Hors-Spec	Perte de confinement => Risque d'incendie (feu de nappe de cuvette) en présence d'une source d'inflammation	- Corrosion, Défaut de soudure (percement de bac) - erreur humaine (purge laissée ouverte) - Défaillance détection - Défaut d'intervention -Source d'ignition : *Electricité statique *travaux	- Suivi de niveau dans les bacs -Procédure opératoire pour empêcher les erreurs. -Protection cathodique et revêtement époxy des fonds de bacs pour réduire la corrosion -Inspection / rondes d'exploitation et rondes de sécurité -Exercices incendie	- Refroidir les équipements adjacents et absorber les radiations thermiques (Système de lutte contre l'incendie)
	- Feu de bac en cas de feu prolongé sur le stockage -Explosion - Boil Over	Présence d'une atmosphère explosive dans le bac - Source d'ignition : *Travaux *Electricité -Débordement de Bac -Event bac Bouché -Soutirage de produit dans le bac -Agression externe : *Effet domino *Travaux -Fond d'eau dans le réservoir : eau dans le produit, eau introduite dans le bac (pluie, eaux d'extinction)	- Eviter la formation d'une atmosphère explosive par l'injection de gaz combustible -Procédure d'exploitation (vérification des mises à l'air des bacs, évents bouchés) -Alarme de niveau haut et très haut dans les bacs -Alarme de pression basse sur l'alimentation en gaz combustible et alerter les opérateurs en salle de contrôle (PAL10020 - Procédure d'exploitation (purge des Bacs, fond d'eau dans le bac)	- Refroidir les équipements adjacents et absorber les radiations thermiques (Système de lutte contre l'incendie) - déclanchement du Plan d'évacuation d'urgence (PII)

La ligne d'alimentation des trains	Formation d'une nappe d'huile hors spec pouvant conduire à : - feu de nappe - jet enflammé - VCE - flash fire (champ libre)	-Surpression : Plus de gaz dans l'huile (huile légère) -Agression externe : *Effet domino * Routes (circulation) Travaux -Défaillance Mécanique : *Corrosion *Erosion *Vibrations *Fatigue	-Détecter une surpression dans le procédé, alerter et arrêter le système -Evacuer un surplus d'énergie du système à protéger afin de limiter la pression maximale dans l'appareil qu'elle protège à une pression admissible	-Le PSHH isole le train (fermeture des SDV / déclenchement PSD2P10 -Soupape de sécurité sur le séparateur tri phasique (P10VA-20-01) - Refroidir les équipements adjacents et absorber les radiations thermiques (Système de lutte contre l'incendie)

Tableau IV-10 : Tableau d'analyse préliminaire des risques du traitement et du stockage de l'huile hors spec

IV -6 Application de la méthode HAZOP (Tableaux HAZOP) :

L'examen des tableaux d'analyse HAZOP permis d'identifier toutes les conséquences pouvant survenir à la suite d'une déviation d'un paramètre procédé pouvant conduire à des situations dangereuses et/ou à des problèmes d'opérabilité.

Donc l'objectif principal de l'application de cette méthode, est la détermination des déférentes déviations liée au fonctionnement d'un équipement principal dans le système du stockage de l'huile hors spec.

Et les tableaux ci-dessous représentent l'analyse qu'on a effectuée au niveau de traitement et du stockage de l'huile hors spec.

Nous avons choisi quatre paramètres pour appliquer cette méthode : **Le débit, la température, et le niveau,**

- **EQUIPEMENT :** SEPARATEUR D'HUILE HORS-SPEC
- **Paramètre :** débit

Déviation	CAUSE POSSIBLE	CONSÉQUENCE	ACTIONS CORECTIVES	RECOMMANDATION
débit entrée plus	- Surpression (Production à plus de 300 000 BPD vers système hors spec) - Défaillance mécanique -défaillance de clapet anti-retour -Erreur opérateur	- Dégazage plus important et éventuellement - augmentation de pression - Temps de stockage du système réduit - Augmentation de niveau du fait que la LV 10010 n'arrive pas à évacuer le débit - Risque de feu, explosion ou éclatement - Dommages potentiels du côté extérieur, Rupture	- Alarme de pression haute PAH 10002 et sécurité PSHH 10012 qui isole le séparateur - Alarme LAH 10010 et sécurité LSHH 10008 qui isole le séparateur - PSV 10007 A ou B dimensionnées pour sortie gaz bloqué.	-Contrôle périodique du système de régulation de débit. - Rondes de Sécurité -sensibilisation des opérateurs concernant ces situations.
débit entrée moins	- Fermeture trop importante de la FV 10006 - Fermeture intempestive des SDV 10011, 10004 ou 10019 -Défaillance mécanique.	- Diminution éventuelle du niveau dans le séparateur - Libération du pétrole - inflammation - Jet enflammé - feu de nappe - VCE, Flash fire	- Alarme LAL 10010, et sécurité LSLL 10008 qui ferme la SDV 10041 sortie liquide en 60 secondes	Contrôle périodique du système de régulation de débit.

	- fuite -Bouchage de ligne d'alimentation			
débit sortie plus	- Ouverture trop importante de la PV 10002 B vers torche basse pression - Ouverture trop importante de la LV 10010 A ou B vers gaz boot - Ouverture de la ligne de dépressurisation manuelle	- Baisse de pression dans le séparateur - Baisse de niveau et éventuellement gaz blow by vers gaz boot	- Contrôle de pression PIC 10002 qui ouvre la PV 10002 A de pressurisation au gaz combustible Alarme de pression basse PAL 10002 puis sécurité PSLL 10012 qui isole le séparateur (PSD2 P90 S) - Alarme LAL 10010 puis sécurité LSLL 10008 (2oo3) qui ferme la SDV 10041 (PSD3 SDV 10041) - Réseau torche très basse pression + PSV 10524 A et B (sur bac hors spec) dimensionnés pour le gaz blow by	
débit sortie moins ou nul	- Fermeture trop importante de la PV 10002 B - Fermeture trop importante de la LV 10010 A ou B - Fermeture intempestive de la SDV 10041 - Rupture du séparateur	-Augmentation de pression dans le séparateur -Augmentation de niveau dans le séparateur - Risque d'incendie - Libération d'huile - Explosion	-Alarme PAH 10002 puis sécurité PSHH 10012 qui isole le séparateur (PSD2 P90 S) -Alarme LAH 10010 puis sécurité LSHH 10008 qui isole le séparateur (PSD2 P90 S)	

Paramètre : Température

Température plus	- Feu sous le séparateur - feu extérieur - erreur opérateur - Electricité statique - augmentation de la température ambiante	- Surpression dans le séparateur - Feu éventuel -Nuage de gaz inflammable - Pollution - incendie, explosion - flash fire ou VCE	- PSV calculées pour le depacking, supérieur au cas feu - Détecteur de gaz. -Détecteur de flamme -système déluge anti incendie eau + mousse	- Rondes d'exploitation / rondes de Sécurité -

EQUIPEMENT : Gaz boot, bac de stockage hors spec et pompes de retraitement
Paramètre : débit

Déviation	CAUSE POSSIBLE	CONSÉQUENCE	ACTIONS CORECTIVES	RECOMMANDATION

débit entrée plus	- Production à plus de 300 000 barils par jour vers hors spec - Ouverture trop importante de la LV 10010 A ou B en sortie du séparateur hors spec - erreur opérateur	- Temps de résidence dans le gaz boot réduit et temps de stockage dans le bac de stockage hors spec moins important - Débit gaz plus important vers torche très basse pression - Augmentation de niveau dans le bac de stockage hors spec	- Alarme de niveau LAH 10023 puis sécurité LSHH 10023 (PSD2 P90 T) qui ferme la SDV 10041 sortie liquide du séparateur hors spec, arrête les pompes de condensats, ferme les SDV 01155, 02155 et 03155 si production depuis les aéroréfrigérants vers gaz boot et by-pass complet du train	- Ajouter la fermeture de la SDV 10024 sur recycle des liquides (torches, drains fermés, drains ouverts, traitement eau huileuse) vers bac hors spec sur le diagramme logique de déclenchement (barre PSD2 P90 T)
suite	- Ouverture trop importante de la FV 10030 ou consigne de débit trop importante - Opération simultanée des deux pompes	- Déplacement sur la droite de la courbe de la pompe - La FV 10030 est le goulot d'étranglement et fonctionnement avec recycle de débit mini permanent - Baisse de niveau dans le bac hors spec	- Les moteurs des pompes sont dimensionnés pour démarrage vanne ouverte - Arrêt de la première pompe par un timer du DCS si l'opérateur a oublié de le faire lui même - Alarme de niveau LAL 10023 (2oo3) puis sécurité LSLL 10023 qui arrête les pompes (PSD3 PA 21 01)	
débit sortie moins ou nul	-Fermeture trop importante de la FV 10030 ou set point trop bas -Ouverture trop importante de la FV 1002	- Augmentation éventuelle du niveau dans le bac de stockage hors spec - Augmentation de pression au refoulement de la pompe - Déplacement sur la droite de la courbe de la pompe	- Alarme de niveau LAH 10023 puis sécurité LSHH 10023 (PSD2 P90 T) qui ferme la SDV 10041 sortie liquide du séparateur hors spec, arrête les pompes de condensats, ferme les SDV 01155	- Ajouter un deuxième vibraswitch VSHH pour arrêt des pompes sur vibration trop élevée

	-Fermeture intempestive de la SDV 10033 au refoulement des pompes - Fermeture de la FV 10030 - Arrêt intempestif d'une pompe		02155 et 03155 si production depuis les aéroréfrigérants vers gaz boot et by-pass complet du train - Ouverture de la vanne de débit mini FV 10029 - Le moteur de la pompe est dimensionné pour démarrage vanne ouverte - Démarrage automatique de la pompe de secours sur arrêt de la première	

Paramètre : température

température plus	Cas feu - Présence d'une atmosphère explosive dans le bac - augmentation de la température ambiante	- Dégazage de la brute et éventuelle montée en pression dans le gaz boot. - Dégazage de la brute et éventuelle montée en pression dans le bac de stockage hors spec - Boil Over - catastrophe	1. Détection flamme et déluge eau + mousse sur zone gaz boot (commun avec le séparateur hors spec) 2. Injection de mousse à l'intérieur du bac (déclenchement manuel), couronne de refroidissement sur le bac hors spec (déclenchement manuel), canons à mousse et déversoirs pour la cuvette de rétention (déclenchement manuel) - les évents du bac -	- déclanchement du Plan d'évacuation d'urgence -inspection périodique du bac et nettoyage de fond du bac -inspection périodique des vannes

Paramètre : niveau

Déviation	CAUSE POSSIBLE	CONSÉQUENCE	ACTIONS CORECTIVES	RECOMMANDATION
niveau élevé	- temps de remplissage dépassé (erreur opérateur, téchnique)	Montée niveau du bac jusqu'à débordement, libération d'huile -inflammation explosion - catastrophe	-SDC -système de télégaugeage - Système extinction existant -cuvette de rétention	-sensibilisation les opérateurs pour être vigilant au ces situations

Tableau IV-11 : Tableaux de HAZOP du traitement et du stockage de l'huile hors spec

IV-7 Les différents scenarios d'incendie dans l'unité de traitement et stockage hors spec :

D'après cette évaluation des risques effectuer sur l'unité de traitement et stockage d'huile hors spec en trouve que les scenarios possible dans cette unité sont les suivants :

Feu de nappe : Le « feu de nappe » décrit un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustible liquide. Ce phénomène implique principalement la surface de la nappe en contact avec l'air. Certains scénarios donneront lieu à un feu de flaque libre ou à un feu de cuvette (lorsque l'équipement est entouré d'une rétention). Le feu de flaque peut résulter de la rupture ou de la fuite d'un équipement contenant un liquide inflammable. **[2]**

UVCE/ VCE : le terme «Uconfined vapor cloud explosion » ou explosion de nuage est défini comme un procédé où la combustion d'un mélange inflammable (combustible/air ou combustible/oxydant) cause une augmentation rapide de pression. Ce phénomène peut résulter de la perte de confinement (rupture ou fuite) d'un gaz mais également de l'évaporation d'un liquide. **[2]**

Feu flash : Un feu flash est la combustion non explosive d'un nuage inflammable, celui-ci pouvant résulter de la perte de confinement (rupture ou fuite) d'un gaz mais également de l'évaporation d'un liquide. La majorité des conséquences liées à un feu flash concerne les personnes ou équipements situés à l'intérieur du nuage. La durée et l'intensité de ce feu sont en général insuffisantes que pour causer des radiations thermiques importantes hors du nuage.

Explosion interne : Ce type d'explosion cause généralement une surpression importante, due à l'expansion thermique et à l'augmentation du nombre de moles gazeuses. **[2]**

Boilover : Le boilover est un phénomène de grande ampleur impliquant le feu du réservoir de stockage, et entraînant la vaporisation d'un fond d'eau, d'eau libre ou en émulsion dans la masse. Le boilover est un phénomène thermique radiatif de courte durée (inférieure à une minute). **[2]**

• Les scénarios de feu envisagés pour le réservoir de stockage d'huile hors spec sont les suivants :

- Feu à l'intérieur du réservoir,
- Feu dans la cuvette de rétention du réservoir d'huile hors spec.

Tous les scénarios étudiés pour cette étude de dangers ont été positionnés dans la matrice d'acceptabilité (pour chaque phénomène dangereux) et sont récapitulés dans le tableau suivant :

N° scénario	Système	Evènement redouté	Taille de brèche	Niveau gravité (personnes)	Niveau gravité (max)	Niveau probabilité	risque personnes	risque (max)	Effet majorant
25	Hors spec	Perte de confinement sur la ligne d'alimentation du séparateur d'huile hors-spec	25mm	3	3	1	intermédiaire	intermédiaire	jet enflammé, surpression
			100%	3	3	1	intermédiaire	intermédiaire	jet enflammé, surpression
26		Eclatement du séparateur d'huile hors-spec (P90-VA-21-01)	-	4	4	1	intermédiaire	intermédiaire	boule de feu
27		Réservoir de stockage d'huile hors-spec: feu de bac, explosion de bac, feu de cuvette, boil over	-	1	1	2	acceptable	acceptable	feu de bac
				3	3	2	intermédiaire	intermédiaire	explosion de bac
				3	3	2	intermédiaire	intermédiaire	feu de cuvette
				4	4	1	intermédiaire	intermédiaire	boil over
28		Perte de confinement sur la ligne depuis le bac de stockage d'huile hors-spec vers les trains de traitement	25mm	3	3	2	intermédiaire	intermédiaire	jet enflammé
			100%	3	3	2	intermédiaire	intermédiaire	jet enflammé

Tableau IV-11 : La matrice d'acceptabilité [14]

IV-8 Systèmes fixes de protection contre l'incendie au niveau de stockage d'huile hors spec : [2]

Le réservoir de stockage d'huile hors spécification est équipé des systèmes fixes de protection contre l'incendie suivants :

* Deux demi-couronnes de refroidissement mixtes eau /mousse délivrant un débit de solution moussante de 15 l/min/m linéaire de circonférence. Chaque demi-couronne est alimentée en solution moussante par son propre skid de déluge,
* Huit déversoirs à mousse positionnés sur la semelle béton de chaque réservoir de débit unitaire 47 m3/h @ 5-6 barg permettant l'application de mousse dans la cuvette de

rétention du réservoir. L'alimentation en solution moussante de ces 8 déversoirs est réalisée à partir d'un skid de déluge dédié,

* Deux canons à mousse de débit unitaire 3000 l/min @ 8 barg positionnés sur les merlons de la cuvette de rétention du réservoir de manière à impacter la robe du réservoir. Ces canons permettent l'application de mousse à l'intérieur de la cuvette de rétention. Chaque canon est alimenté en solution moussante par son propre skid de déluge
* Trois boites à mousse d'injection de mousse à l'intérieur du réservoir d'huile hors spécification. Ces boites sont positionnées de manière à respecter un angle de 120 degrés entre chaque boite et ont un débit unitaire de 83 m3/h @ 5-6 barg. Ces boites sont alimentées en solution moussante à partir d'un skid de déluge dédié.
* Dans le cas d'un feu à l'intérieur du réservoir, les moyens de lutte mis en œuvre seront les boites à mousse et les deux demi-couronnes de refroidissement.
* Dans le cas d'un feu de cuvette de rétention, les moyens de lutte contre l'incendie mis en œuvre seront les déversoirs à mousse, les deux canons à mousse et les deux demi-couronnes de refroidissement

V-8 Résultat de l'étude HAZOP :

1) **Les risques liées au traitement et du stockage de l'huile hors spec peuvent survenir par la déviation dans** :

   - Le débit de remplissage et de vidange du système ;
   - La température de service ;
   - Le niveau de remplissage du système;

2) **Les causes de ces déviations sont d'origines** :

   - Technique (défaillance d'une vanne ou d'une ligne…)
   - Humaine (erreur de l'opérateur…)
   - Autres (naturelle : condition climatique…)

3) **Les scénarios major redoutés sont** :

   - BOIL-OVER ;
   - Feu de bac
   - Explosion
   - VCE ;
   - Feu du Cuvette ;
   - Feu de nappe ;

V-9 Les recommandations :

- Installer autre Bac de stockage hors spec en secours et pour faire la révision (Maintenance) et assurer bon état de système,
- Ajouter un deuxième vibraswitch VSHH pour arrêt des pompes sur vibration trop élevée
- Ajouter la fermeture de la SDV 10024 sur recycle des liquides (torches, drains fermés, drains ouverts, traitement eau huileuse) vers bac hors spec sur le diagramme logique de déclenchement
- Assurer le nettoyage régulier et périodique des fonds des Bac.
- L'entretien et la surveillance périodique pour s'assurer que les équipements ne subissent pas de corrosion ou de fatigue mécanique,
- Contrôler et réglementer les accès dans les zones de stockage des hydrocarbures. (Limitation de vitesse sur le site et respect des consignes de sécurité).
- Respecter les procédures et instructions opératoires (suivi des procédures de remplissage, expédition, purge des bacs, nettoyage…).
- Renforcer les rondes (par les opérateurs surtout la nuit).
- Assurer l'Inspection et la vérification périodique des évents et soupapes de décompression au niveau de système.
- Assurer la formation et l'information des opérateurs pour connaitre et maitriser toutes les déviations et les risques qui peuvent survenir.
- Assurer et renforcer les exercices de simulation concernant les feu des Bacs, des cuvettes et feu de nappe
- Notons qu'il est important de respecter les procédures de remplissage et de vidange des bacs pour éviter la création d'atmosphère explosive dans ou à proximité des bacs.
- Planifier un programme d'inspection périodique de la mise à la terre et la liaison équipotentiel des bacs.
- Assurer l'injection des anti-paraffines dans les lignes de canalisation des hydrocarbures
- Généraliser le système de télésurveillance pour toutes les installations du l'unité de production UTBS
- Assurer la disponibilité des moyens d'intervention au niveau du traitement d'huile hors spec.

Conclusion générale

L'analyse des risques est importante pour chaque installation et procédé, car elle nous permet d'identifier les scénarios d'accidents majeurs et les principales causes d'accident ou d'incident.

Mon étude qui a porté sur les risques liés au niveau de traitement et du stockage de l'huile hors spec au niveau SONTRACH **UTBS** rentre dans ce contexte.

Selon l'étude **HAZOP** effectuée, les causes identifiées sont liées :

- ✓ Aux erreurs opératoires ou d'entretien, a un défaut d'équipement.
- ✓ A des procédures incorrectes ou incomplètes.
- ✓ A des conditions climatiques défavorables.

Les points forts du système qui sont les suivants :

- Les équipements d'intervention et de protection pour limiter les dégâts et éviter la propagation vers les autres installations :

  * La cuvette de rétention,
  * Les chambres à mousse,
  * Les couronnes de refroidissement, les canons mixtes,
  * Les armoires anti-incendie,
  * Les bouches et poteaux anti-incendie
  * Les déversoirs à mousse sur cuvette de rétention.

Pour mettre notre équipement à l'abri de ces scénarios, nous avons proposé des actions correctives qui sont les suivants :

-Installer autre Bac de stockage hors spec en secours

-Ajouter un deuxième vibra switch VSHH pour arrêt des pompes sur vibration trop élevée

-Ajouter la fermeture de la SDV 10024 sur recycle des liquides (torches, drains fermés, drains ouverts, traitement eau huileuse) vers bac hors spec sur le diagramme logique de déclenchement

-Assurer le nettoyage régulier et périodique des fonds des Bac.

De plus, chaque Centre de production doit disposer d'un plan d'intervention testé et renforcé par des exercices de simulation.

Bibliographie

[1] Berkai Sylia. Aissaoui Sabrina : Études expérimentales d'encrassement des préchauffeurs de l'unité de traitement du brut sud, Université Akli Mohand Oulhadj (Bouira), 2018/2019.

[2] Nabil Yousfi : Rapport fin d'induction Evaluation du risque Unité de traitement et stockage hors spécification, Institue IAP, 2017

[3] AD Bachir & AMOR Bachir : Optimisation des paramètres de fonctionnement d'un procédé de dessalage de l'unité traitement brut sud à Hassi Messaoud (UTBS), Université de Biskra, Juin 2013.

[4] Documentations au niveau de l'UTBS manuel opératoire d'exploitation, description de l'unité

[5] RAHIM Khaled et BEN RAHLA Sohaib : Calcul de vérification et optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne de Stabilisation PX0-CB-21-01 de l'UTBS, Université de Biskra, Juin 2012.

[6] Mr HAKIM Yahiaoui : Les équipements de procèdes les machines tournantes et les réservoirs de stockage, IAP UFO en SIE 2013

[7] MELOUAH Abd errahim, PROJET DE FIN DE FORMATION : Analyse des risques liés au stockage atmosphériques des Hydrocarbures par l'application de la méthode HAZOP, 2014.

[8] UFR HSE Risque incendie et explosion MSc SAID Ameziane API avril 2008

[9] PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES Caractérisation et réduction de la vulnérabilité du bâti face à un phénomène dangereux technologique thermique /Références 0600164 du 13 décembre 2006, Efectis France Espace technologique L'orme des merisiers – Bâtiment Apollo F-91913 Saint-Aubin / Laboratoire national de métrologie et d'essais ZA de Trappes-Élancourt 29 avenue Roger Hennequin F-78197 Trappes Cedex

[10] La prévention des risques naturels et technologie, Mémento du maire et des élus locaux http://www.mementodumaire.net/risques-technologiques/rt-1-risque-industriel/Dernière mise à jour : 11 avril 2012.

[11] Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques accidentels (DRA-35) Ω-8 Feu torche Direction des Risques Accidentels Juin 2003.

[12] Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels, (DRA-006) Ω-2 Feux de nappe Direction des Risques Accidentels Octobre 2002 INERIS.

[13] Formalisation des outils du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs, (DRA-35) Ω-7 méthode d'analyse des risques génère par des installations industrielles INERIS.

[14] Documentations au niveau de l'UTBS, Etude de danger.

[15] LEGROS.D, 2009, « Maitrise des risques », Ecole nationale supérieure des mines .Paris.

[16] Annonces Google, https://www.previnfo.net Risque industriel - QHSE / HSE / QSE – PREVINFO

[17] Les phénomènes dangereux accidentels | Inerishttps://www.ineris.fr › risques › évaluer-risque-accidentel

ANNEXES

ANNEXES

Terminologies et définitions

1) **Danger :** Propriété intrinsèque des produits, des équipements, des procédés…pouvant entraîner un dommage. (**inrs.fr)**
2) **Risque :** combinaison de la probabilité et de la (des) conséquence(s) de la survenue d'un événement dangereux spécifié.
3) **Le risque industriel :** est défini comme un évènement accidentel se produisant sur un site industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. **(inrs.fr)**
4) **Les phénomènes dangereux accidentels :** correspondent à une libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux humains ou matériels. Ils sont caractérisés par leur probabilité de survenue, leur intensité et leur comportement dynamique
5) **Accident :**

- ✓ Réalisation d'une situation dangereuse entraînant des conséquences pour les personnes, les biens ou l'environnement
- ✓ Événement brusque et imprévu, mais peut-être prévisible, causant des dommages aux personnes, aux biens, à l'environnement.

6) **Incident :** évènement dangereux, lié au travail ou survenu au cours du travail, n'ayant pas entraîné de lésions sur une personne.
7) **Sécurité :(CEI 61508)**

   Absence de risques inacceptables
8) **Prévention :** la prévention des accidents est la technique d'anticipation et de contrôle des événements de sorte que les accidents soient évités et que les conséquences dommageables qui en résultent ne se produisent pas en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène. (Diminuer la probabilité (P) d'occurrence de risque)
9) **Protection :**

   Mesures visant à limiter l'étendue ou la gravité des conséquences d'un accident en protégeant les personnes. (Diminuer la gravité (G) des conséquences de risque)
10) **Intervention :** une activité qui vise à réduire la gravité des conséquences d'un accident.

11) **Maitrise des risques :** C'est un outil qui permet de calculer le niveau de criticité des risques (P, G)
12) **Évaluation des risques:** processus d'estimation d'un ou plusieurs risques naissant d'un ou plusieurs dangers, en prenant en compte l'adéquation de tout contrôle existant, et en décidant si le ou les risque(s) est (sont) acceptable(s) ou non.
13) **Incendie :** est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps.et la combustion c'est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par comburant nécessitant une source d'énergie pour être initiée.
14) **Explosion :** est une combustion instantanée avec une brusque augmentation de pression qui provoque un effet de souffle et une onde de pression.
15) **Limites d'inflammabilité :** Il existe une zone, appelée zone d'inflammabilité (définie par les limites d'inflammabilité ou d'explosivité) où la propagation de la flamme est possible. En deçà et au-delà de cette zone la combustion ne peut se développer
16) **Point éclair :** c'est la température minimale à partir de laquelle un hydrocarbure liquide émet suffisamment des vapeurs susceptibles de provoquer un flash en présence d'une source de chaleur. Les vapeurs s'enflamment et s'éteignent aussitôt. **[6]**
17) **Point d'inflammation :** c'est la température à laquelle un liquide inflammable émet des vapeurs en quantité suffisante pour former avec l'air un mélange inflammable qui une fois allumé entretient sa combustion. **[7]**
18) **Point d'auto-inflammation :** c'est la température à laquelle le produit chauffé émet des vapeurs et s'enflamme spontanément en présence l'air et continue de brûler. **[12]**
19) **Point d'ébullition :** température à partir de laquelle, sous la pression atmosphérique, un liquide entre en ébullition. **[7]**
20) **Tension de vapeurs :** pression, déterminée constante pour chaque température, exercée par les vapeurs d'un liquide dans une enceinte fermée. Cette pression augmente rapidement avec la température. Lorsque celle-ci devient stable, l'évaporation du liquide cesse dès que la tension de vapeur est atteinte. **[7]**
21) **Les normes API :** traitent de nombreux aspects essentiels du secteur pétrolier et gazier, notamment l'exploration et la production, le raffinage, la sécurité et la protection incendie, la mesure du pétrole et le transport maritime