

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme  
D'Ingénieur d'état en QHSE-GRI

Intitulé

**Evaluation Quantitative Des Risques Industriels QRA:  
Application dans une unité de traitement de gaz  
naturel**

Etudié par : **Mr. MOUSSAOUI Toufik**

Proposé par : **Mr. M.I. ANNOU (SONATRACH-DP-HASSI R'MEL)**

Encadré par : **Mme. K. DJOUADI (ENP)**

**Mr. M.I. ANNOU (SONATRACH-DP-HASSI R'MEL)**

**Promotion juin 2015**

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحقيق التحليل الكمي للمخاطر حسب منهجية ت.ك.م (التحليل الكمي للمخاطر) و ذلك في وحدة معالجة الغاز الخام.

الهدف من هذه الدراسة التحليلية هو حساب الخطر الفردي و الجماعي الناتج عن الوحدة المذكورة سابقا علي الفئة السكانية المعنية بالأمر مقارنتها مع المعايير المعمول بها دوليا. اذا كانت الوضعية غير قانونية سيتم اتخاذ اجراءات رامية الى تحسين الوضع الامني للوحدة .

**المصطلحات :** التحليل الكمي للمخاطر، الخطر الفردي، الخطر الجماعي، المعايير.

## Résumé

L'objectif de ce travail est de réaliser une analyse quantitative des risques par l'approche QRA dans une unité de traitement de gaz brut (MPP3/ SONATRACH/DP/HASSI R'MEL).

Cette étude a comme objectif de calculer le risque individuel et sociétal généré par l'unité en question sur la population concernée et de le comparer avec les critères d'acceptabilité conventionnels. Si la situation n'est pas satisfaisante, des recommandations seront faites pour améliorer la sécurité au sein de l'unité.

**Mot clés :** analyse quantitative des risques, risque individuel, risque sociétal, critères d'acceptabilité.

## Abstract

The objective of this work is to achieve a quantitative risk analysis by the QRA approach in a raw gas processing unit (MPP3 / SONATRACH / DP / HASSI R'MEL).

This study aims to calculate the individual and societal risk generated by the unit in question on the population and compare it with the conventional criteria for acceptability. If the situation is not satisfactory, recommendations will be made to improve safety within the unit.

**Keywords:** quantitative risk analysis, individual risk, societal risk, criteria for acceptability.

# DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect :*

*A mes chers parents qui m'ont toujours soutenus, aidé et encouragé pendant tout le long de ce travail,*

*A mes chers frères,*

*A toute ma famille et à tous mes amis,*

*Et enfin à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail.*

# REMERCIEMENTS

*En premier lieu, je tiens à remercier notre Dieu, notre créateur, pour le courage et la patience qu'il m'a donné pour accomplir ce travail.*

*Je tiens tout d'abord à remercier mon tuteur entreprise **Mr. Mohamed Ibrahim ANNOU**, Chef de Division Sécurité, SONATRACH/DP/HRM, pour son suivi et ses orientations.*

*Je tiens aussi à remercier infiniment **Mme. Karima. DJOUADI** (docteur a l'ENP) de m'avoir suivi tout au long de l'accomplissement de ce modeste travail.*

*Mes remerciements également adressés à **Mr. BOUDA Mohamed Abbas** (chef de service SONATRACH/DP/HRM), **Mr. MOKHTARI Abdelhafid**, (Chef de service MPP3, SONATRACH/DP/HRM), pour leur aide et leurs orientations.*

*Je tiens aussi à exprimer mes profonds remerciements aux membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.*

*Je tiens aussi à remercier nos enseignants de la filière **QHSE\_GRI** dont **Dr. Saliha ZEBOUDJ**, responsable de la filière, pour la formation que nous avons reçue.*

*Mes derniers remerciements et qui ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.*

**MOUSSAOUI Toufik**

## Liste des tableaux

**Tableau N°1** : Principaux accidents technologiques enregistrés au sein de la SONATRACH

**Tableau N°2** : accidents enregistrés au sein de module 3/ SONATRACH DP

**Tableau N°3** : Critères de choix pour les principales méthodes d'analyse des risques

**Tableau N°4** : informations recueillies sur des sources de données descriptives

**Tableau N°5** : données sur les Publications de la littérature spécialisée

**Tableau N°6** : les guides méthodologiques les plus utilisés dans le QRA

**Tableau N°7** : Températures minimales et maximales mensuelles à Hassi R'Mel

**Tableau N°8** : Pluviométrie mensuel moyenne à Hassi R'Mel

**Tableau N°9** : Distribution moyenne des vents à Hassi R'mel

**Tableau N°10** : Définition des classes de stabilité Pasquill

**Tableau N°11** : le nombre d'habitant par groupe de travail à l'intérieur de MPP3

**Tableau N°12** : le nombre d'habitant par groupe de travail à l'extérieur de MPP3

**Tableau N°13** : Probabilité d'ignition immédiate basée sur le taux de décharge et la Réactivité de la substance

**Tableau N°14**: Probabilités d'ignition pour différentes sources d'ignition (exposition de 60 secondes)

**Tableau N°15** : liste des scénarios d'accidents majeur dans MPP3

**Tableau N°16** : caractéristiques des séparateurs D101A/B, D104

**Tableau N°17** : caractéristiques des deux lignes de condensat

**Tableau N°18** : caractéristiques de la ligne du gaz MPP3

**Tableau N°19** : caractéristiques du four H101, MPP3

**Tableau N°20** : caractéristiques de dééthaniseur MPP3

**Tableau N°21** : caractéristiques de dééthaniseur MPP3

**Tableau N°22** : caractéristiques de dépropaniseur MPP3

**Tableau N°23** : caractéristiques des deux bacs de stockage de condensat MPP3

**Tableau N°24** : caractéristiques De la sphère de stockage de GPL MPP3

**Tableau N°25** : caractéristiques du ballon de GPL MPP3

**Tableau N°26** : caractéristiques d'une ligne d'expédition de GPL MPP3

**Tableau N°27** : caractéristiques d'un ballon du gaz D001 MPP3

**Tableau N°28** : caractéristiques du collecteur d'entrée MPP3

**Tableau N°29** : Probabilités d'ignition pour les sources d'ignition du site MPP3

**Tableau N°30** : Taux de fatalité vis-à-vis du niveau de radiation et de surpression

## Liste des figures

- Figure N°1** : cycle de vie d'une installation par la courbe en baignoire
- Figure N°2** : position des barrières entre le danger et les enjeux
- Figure N°3** : Schéma général de l'approche QRA
- Figure N°4** : Typologie des sources de données étudiées
- Figure N°5** : Construction des données génériques
- Figure N°6** : allure de l'évolution des effets thermiques et de surpression en fonction de taux de remplissage
- Figure N°7** : le risque individuel représenté dans une carte
- Figure N°8** : la courbe (F/N) pour la représentation du risque sociétal
- Figure N°9** : Situation géographique de la région de HASSI R'MEL
- Figure N°10** : le Champ gazier de HASSI R'MEL
- Figure N°11** : représentation simplifié de fonctionnement de MPP3
- Figure N°12** : Organigramme du site MPP3
- Figure N°13** : Rose des vents – Répartition annuelle
- Figure N°14** : Population externe autour du site MPP3
- Figure N°15** : sources d'ignition existant au sein de MPP3
- Figure N°16** : niveau de risque selon la référence
- Figure N°17** : critères d'acceptabilités de risque sociétal
- Figure N°18** : contours du risque individuel MPP3
- Figure N°19** : le risque sociétal de MPP3 par la courbe F/N
- Figure N°20** : les cinq scénarios qui contribuent dans 60% de PLL
- Figure N°21** : les effets toxiques du scénario 1
- Figure N°22** : les effets de radiation des deux ballons D101/D104 (similaires)
- Figure N°23** : les effets toxiques lors d'une défaillance d'une ligne GPL

## Liste des abréviations

**QRA** : Quantitative Risk Assesement  
**POI** : Plan D'organisation Interne  
**ORSEC** : Organisation De Secours  
**PPRT** : Plan De Prévention Des Risques Technologiques  
**PUI** : Plan D'urgence Interne  
**MPP3** : Module Processing Plant 3  
**UVCE** : Unconfined Vapeur Cloud Explosion  
**BLEVE**: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion  
**ICPE** : Installation Classée Pour L'environnement  
**PPI** : Plan Particulier D'intervention  
**ED** : Etude De Dangers  
**ID**: Identification Des Dangers  
**MARS**: Major Accident Reporting System  
**ALARP**: As Low As Reasonably Practical  
**ONM**: Office National De Météorologie  
**SDV**: Shut Down Valve  
**SBN**: Station Boosting Nord  
**GPL**: Gaz De Pétrole Liquéfié  
**SRGA**: Station De Récupération Des Gaz Associée  
**SCN** : Station De Compression Nord  
**STEP** : Station De Traitement Des Eaux Polluée  
**CSTF** : Centre De Stockage Et Transfert Des Fluides  
**LII** : Limite Inferieure D'inflammabilité  
**LSI** : Limite Supérieure D'inflammabilité  
**LIE** : Limite Inferieure D'explosivité  
**LSE** : Limite Supérieure D'explosivité  
**AMDEC** : Analyse Des Modes De Défaillances Et Leurs Criticités  
**HAZOP** : Hazard And Opérability Study  
**ADD** : Arbre De Défaillance  
**APR** : Analyse Préliminaire Des Risques

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 1 : Cadrage De L'étude</b>	
<b>Introduction.....</b>	<b>03</b>
1. Objectifs.....	04
2. Prévention des risques industriels.....	05
3. Objectifs d'analyse de risques.....	07
3.1 Contexte réglementaire de l'analyse des risques.....	08
3.2 L'acceptabilité du risque, la tolérabilité de l'installation.....	09
4. Enjeux.....	10
5. Problématique.....	11
6. Hypothèses.....	12
<b>Conclusion.....</b>	<b>12</b>
<b>Chapitre 2 : Etude Conceptuelle</b>	
<b>Introduction.....</b>	<b>13</b>
1. Présentation de la méthode QRA (Quantitative Risk Assesement).....	14
1.1 Identification des dangers.....	15
1.2 Sélection des scénarios critiques.....	22
1.3 Calcul des probabilités de défaillance.....	23
1.3.1 Typologie des sources de données.....	24
1.3.1.1 Sources descriptives.....	25
1.3.1.2 Sources quantitatives.....	26
A. Publications de la littérature spécialisée.....	27
B. Bases de données.....	28
C. Guides méthodologiques.....	30
1.4 Analyse des conséquences.....	31
1.5 Calcul de risque et évaluation.....	34
2. Notion du risque individuel.....	35
3. Notion du risque sociétal.....	35
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>

## **Chapitre 3 : Application De La Méthode QRA Sur MPP3**

1. Description générale de l'installation.....	38
1.1 Localisation géographique.....	38
1.2 Le champ gazier de HASSI R'MEL.....	39
1.3 Les activités de champ du HASSI R'MEL .....	40
1.4 Présentation du site MPP3.....	40
2. Données du site.....	42
2.1 Données météorologiques.....	42
2.2 Distribution de la population.....	45
2.3 Sources d'ignitions.....	47
3. Identification des dangers et développement des scénarios d'accident.....	48
3.1 Identification des dangers.....	48
3.2 Définition des scénarios.....	49
3.3 Développement des scénarios.....	50
4. Analyse des fréquences.....	62
4.1 Ignition et Probabilité d'explosion.....	62
4.2 Seuils d'Impact.....	63
5. Analyse des conséquences.....	64
6. Présentation du logiciel phast risk.....	66

## **Chapitre 4 : Résultats et interprétations**

1. Définitions et critères.....	67
1.1. Critère du risque individuel.....	67
1.2. Critère du risque sociétal.....	68
1.3. Zone ALARP.....	68
2. Contours du risque individuel.....	69
3. Le risque sociétal par la courbe F / N.....	70
4. Sélection des scénarios majeurs.....	71
5. Axes d'amélioration.....	73
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>75</b>
Références.....	76
Annexes.....	77

### Introduction générale

Depuis sa naissance, l'industrie est une source, à la fois, d'activité économique et de risques. Si, pendant longtemps, c'est surtout comme activité économique que l'industrie a été considérée, désormais la face risquée de l'industrie est devenue un thème majeur de débat public. Dès lors, l'acceptation et le développement des industries à risques passent nécessairement par la prise en considération des deux aspects.

Cette évolution s'est progressivement opérée et a conduit à un changement des pratiques industrielles, notamment parce que le « public » (particulièrement les associations de riverains les environnementalistes ainsi que les élus territoriaux) a voulu voir s'ouvrir le fonctionnement des usines à son regard. L'extension de la concertation publique sur les risques industriels a traduit cette tendance.

Les points de vue sur le risque industriel sont différents. Si les gestionnaires du risque, industriels et administratifs, combinent des calculs sur la possibilité de survenue et les effets potentiels d'un accident, le public, lui, semble s'intéresser d'abord aux effets potentiels.

Cette confrontation entre points de vue est une base de progrès, tant pour la sécurité des installations que pour leur reconfiguration dans la perspective de réduire les risques. Pour que le dialogue soit efficace et pour qu'il ait des conséquences pratiques, il doit s'appuyer sur des éléments concrets.

L'entreprise nationale SONATRACH ayant vécu des accidents technologiques majeurs durant les dix dernières années, (les plus importants sont cités dans le tableau N°1), la sécurité, la santé et la protection de l'environnement deviennent un souci majeur du groupe SONATRACH.

**Tableau N°1 : Principaux accidents technologiques enregistrés au sein de la SONATRACH**

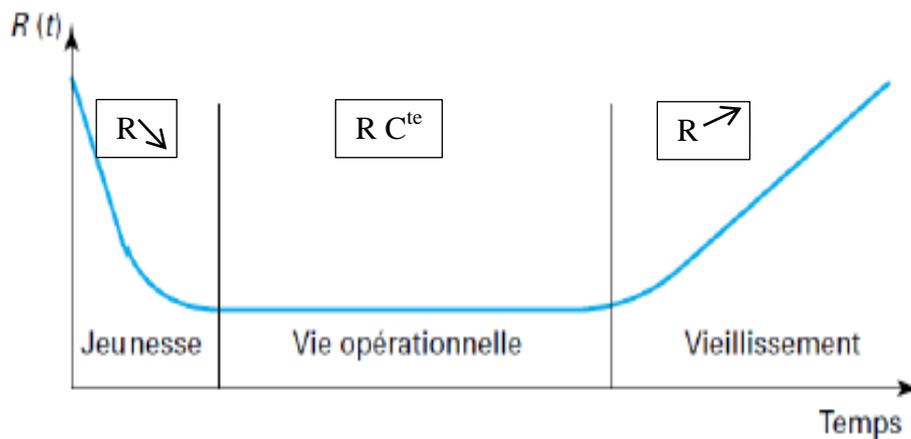
Incidents/accidents	date	lieu	Dégâts humains et /ou matériels
Eruption non contrôlée du puits de gaz HR 64	Janvier 2000	SH/DP/Hassi R'Mel	Puits abandonné
Incident de GP2Z, incendie sur four rebouilleur	15 Novembre 2003	GP2Z, SH/Activité Aval, Arzew	Four rebouilleur totalement détruit et un autre partiellement
Accident de GL1K, forte explosion de gaz sur unité de liquéfaction	19 Janvier 2004	Complexe GL1K, SH/Activité Aval, Skikda	- 27 morts, plusieurs blessés - destruction totale de l'unité 6 du complexe (3 modules indisponibles)

## Introduction générale

---

En effet, les exploitants de sites industriels mettent en place des processus d'analyse de risques pour caractériser, évaluer et réduire les risques de leurs installations. Ces études concernent les dangers et risques intrinsèques aux produits utilisés, aux procédés et technologies mis en œuvre, ou dus à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

C'est dans ce cadre que nous nous intéressons dans la présente étude au module de traitement de gaz brute MPP3, considéré à haut risque vu son ancienneté. En effet, il a été mis en service en 1979 et a vécu deux rénovations « revamping » (1993 et 2003), la courbe en baignoire montre que l'installation en question est dans la zone de vieillesse.



**Figure N°1** : cycle de vie d'une installation par la courbe en baignoire

Statistiquement cette courbe illustre le nombre d'opérations de maintenance réalisées dans les dernières années et montre l'augmentation du taux de défaillance des équipements.

Face à cette situation et à la densité considérable de population qui se trouve à l'intérieur et à l'extérieur du site, il faut caractériser le niveau du risque généré par l'installation et assumé par les riverains.

A cet effet, il faut vérifier si la zone d'acceptabilité est respectée ou non et cela par l'étude des deux grandeurs de risques (individuel et sociétal).

Le cas échéant, il faut élaborer des mesures de réduction de risque. C'est l'objet de ce travail d'évaluation quantitative des risques QRA.

# Chapitre 1 : cadrage de l'étude

---

## Introduction

Depuis la fin des années soixante, le nombre des accidents industriels majeurs n'a pas cessé d'augmenter et la taille des problèmes a changé d'échelle. Lorsque de tels événements se produisent dans des zones habitées, dans des villes ou dans des sites stratégiques, ils se transforment toujours en catastrophes humaines, économiques et environnementales

A titre d'illustration, on peut citer les catastrophes de Mexico le 19 novembre 1984 (incendie de la raffinerie de la Pemex : 500 morts, 1200 disparus, 7000 blessés), et de Bhopal le 3 décembre 1984 (fuite d'isocyanate de méthyle : 2500 morts et 10 000 blessés), l'explosion de l'usine AZF de Toulouse en 2001 qui a fait 30 morts et plus de 2000 blessés ... etc. Ces catastrophes, par l'ampleur et la gravité des conséquences liées à la proximité et la densité de l'habitat, ont fait prendre conscience de l'acuité du problème.

Les accidents technologiques enregistrés aux seins de la SONATRACH Amont, (des accidents ont été enregistrés à la Division production voir le tableau ci-dessous), spécifiquement dans le module 3 qui est le site concerné par notre étude, montrent à quel point l'analyse quantitative est nécessaire pour la mesure de niveau de risque générer par l'installation.

**Tableau N°2 : accidents enregistrées au sein de module 3/ SONATRACH/ DP**

N°	année	Accident/incident	équipement	conséquences	substance
1	2005	Fuite de gaz avec écoulement de condensât au niveau de la boîte de Distribution de l'échangeur.	Echangeur/Aéroréfrigérant	Pollution	Condensat
3	2007	Fuite importante de gaz	Echangeur/Aéroréfrigérant	Pollution	Gaz
4	2010	Début de feu suite à l'auto inflammation des vapeurs d'huile cotée accouplement de la turbine.	Pompe/Compresseur	Incendie	Brut

Dans ce cadre, mon objectif par ce document est orientée vers l'analyse quantitative des risques d'une unité de traitement de gaz MPP3 à la direction régionale de Hassi R'Mel, SONATRACH-Division Production.

# Chapitre 1 : cadrage de l'étude

---

## 1. Objectifs :

Compte tenu de la place de l'analyse des risques dans le processus de gestion des risques industriels, mon projet de fin d'étude dont l'intitulé est l'analyse quantitative des risques par l'approche QRA d'une unité de traitement de gaz MPP3, a pour buts de :

- ✓ Mettre en conformité réglementaire l'installation.
- ✓ Réduire les risques à la source et mettre en œuvre les meilleures technologies disponibles à un coût économiquement acceptable.
- ✓ Procéder éventuellement à l'information préventive du personnel et des exploitants des installations voisines (pour la prise en compte d'éventuels effets dominos)
- ✓ Proposer des scénarios qui pourraient servir à l'élaboration des POI (plan d'organisation interne) et ORSEC (organisation de secours).
- ✓ Elaborer des plans d'urgences POI, ORSEC, PPRT (plan de prévention des risques technologiques).
- ✓ Maîtriser l'urbanisation et l'information du public
- ✓ Favoriser l'émergence d'une culture du risque au voisinage des établissements dans le cadre de la mise en place progressive des Comités Locaux d'Information
- ✓ Mettre en place d'un système de gestion des risques (art.8 de la loi n° 04-20 du 25 décembre 2004)

# Chapitre 1 : cadrage de l'étude

---

## **2. Prévention des risques industriels**

Les exploitants de sites industriels mettent en place des processus d'analyse de risques pour caractériser, évaluer et réduire les risques de leurs installations. Ces études concernent les dangers et risques intrinsèques aux produits utilisés, aux procédés et technologies mis en œuvre, ou dus à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation[1].

La prévention des risques industriels s'articule autour de cinq axes :

### **1. La réduction du danger à la source**

Il s'agit de mettre en œuvre des technologies qui limitent le danger (lorsque cela est possible) :

- ✓ Diminution des quantités de produits stockés sur les sites industriels.
- ✓ remplacement de produits dangereux par des produits moins dangereux.
- ✓ utilisation de procédés « intrinsèquement sûrs ».

### **2. La maîtrise du risque**

Les exploitants de sites industriels mettent en place des dispositifs de prévention des accidents ...[1](supervision humaine du bon fonctionnement de l'installation, systèmes instrumentés de sécurité, . . .) et des dispositifs de protection contre les effets des accidents (systèmes d'alarme, dispositifs d'arrosage anti-incendie, . . .).

Ils mettent également en place des moyens humains et des procédures destinés à s'assurer que ces dispositifs maintiennent leur performance dans le temps, en s'appuyant sur l'analyse des facteurs humains et organisationnels de la sécurité.

### **3. L'organisation des secours**

Même si le risque résiduel est faible, les exploitants de sites industriels et l'État préparent des plans d'intervention incluant procédures d'alerte et organisation des secours.

En cas d'accident à l'intérieur d'un établissement, les industriels appliquent leur Plan d'Opération Interne (POI) ou leur Plan d'Urgence Interne (PUI). Celui-ci concerne les moyens à mettre en place à l'intérieur de l'établissement en cas d'accident, pour remettre les installations dans un état sûr. À partir de l'étude de dangers et du POI, et si les accidents susceptibles de se produire dans l'installation risquent de déborder de l'enceinte de celle-ci, le Wali élabore un Plan Particulier d'Intervention (PPI) qui prévoit l'organisation et l'intervention des secours. [1]

# Chapitre 1 : cadrage de l'étude

## 4. La maîtrise de l'urbanisation

Dans un monde idéal, le risque résiduel d'un établissement industriel ne déborderait pas du foncier de l'exploitant. Dans la mesure où, pour des raisons historiques, cela n'est souvent pas possible en pratique, il est important de mettre en place des moyens de maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels présentant des risques d'accident majeur, afin d'éviter d'augmenter la densité de population autour des sites.

Le Décret n° 85- 231 du 25 août 1985, fixe les conditions et modalités d'organisation et mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes. [1]

## 5. L'information préventive des populations

Une information des populations sur les risques, le signal d'alerte et la bonne conduite à avoir en cas d'accident est réalisée par les élus locaux dans les zones concernées par le risque technologique majeur, en s'appuyant sur des documents fournis par les exploitants d'établissements.

La figure N°2 montre les différentes barrières entre le danger et les enjeux :

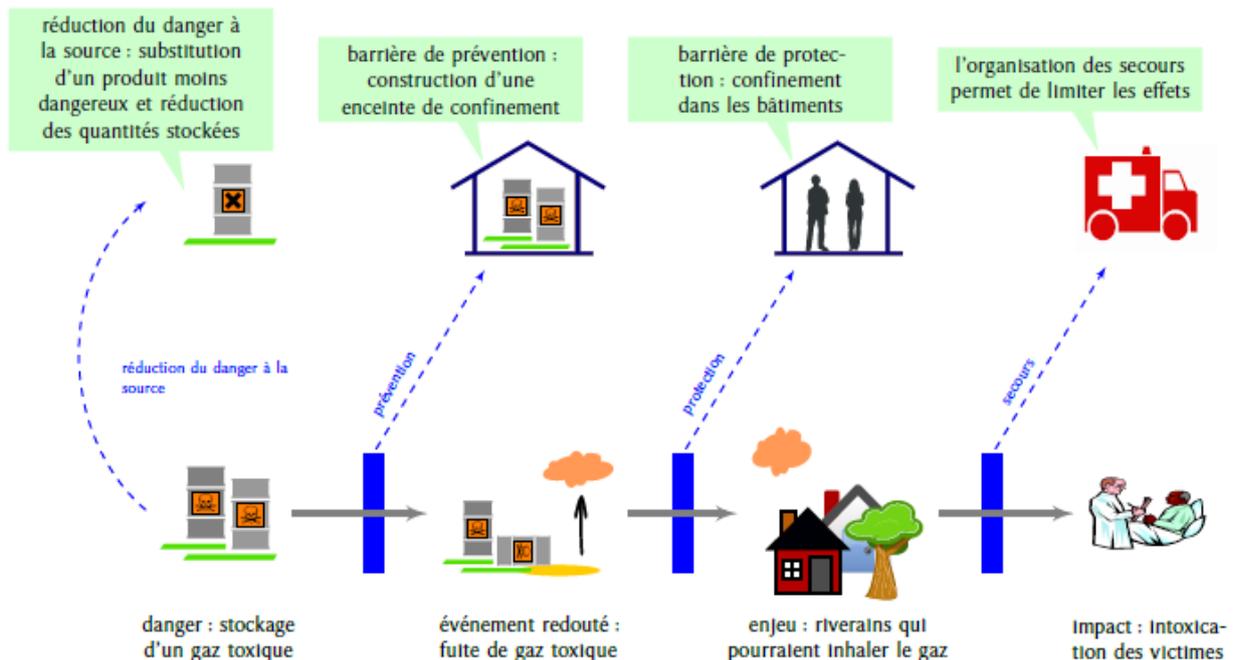


Figure N°2 : position des barrières entre le danger et les enjeux

### 3. Objectif de l'analyse de risques

Mon objectif dont l'intitulé est évaluation quantitative des risques d'une unité de traitement de gaz MPP3, a pour objectifs de :

- ✓ Mettre en conformité réglementaire de l'installation
- ✓ Réduire les risques à la source et mise en œuvre de meilleures technologies disponibles à un coût économiquement acceptable (selon le principe de précaution et de prudence ainsi que celui d'action préventive et de correction par priorité à la source (art.8 de la loi n° 04-20 du 25 décembre 2004)
- ✓ Procéder éventuellement à l'information préventive sur les risques du personnel et des exploitants des installations voisines (pour la prise en compte d'éventuels effets dominos)
- ✓ Proposer des scénarios qui pourraient servir à l'élaboration des POI et ORSEC
- ✓ Elaborer des plans d'urgences POI, ORSEC et PPRT qui sera le sujet de la thèse de Master on basant sur les résultats de ce rapport.
- ✓ Maîtriser de l'urbanisation et l'information du public
- ✓ Favoriser l'émergence d'une culture du risque au voisinage des établissements dans le cadre de la mise en place progressive des Comités Locaux d'Information.
- ✓ Mettre en place d'un système de gestion des risques (art.8 de la loi n° 04-20 du 25 décembre 2004)

Soulignons également que l'analyse des risques peut être réalisée selon une approche intégrée d'analyse des risques (industriels et professionnels). Dans ce rapport on s'intéresse uniquement à l'analyse des risques industriels.

# Chapitre 1 : cadrage de l'étude

---

## **3.1 Contexte réglementaire de l'analyse des risques**

L'analyse des risques qu'on a réalisée, est rentrée dans le cadre de l'élaboration des études de danger, en référence aux textes suivants :

- Décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.
- Loi n° 05-07 du 28 avril 2005, promulguée le 19 juillet 2005, relative aux hydrocarbures.
- Loi n° 04-20 du 25 décembre relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.
- Décret exécutif n°03-451 du 1 décembre 2003, définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimique dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.
- Instruction Ministérielle R1 du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses.
- Décret n° 90-245 du 18 août 1990, portant réglementation des appareils pression de gaz.
- Arrêté du 15 janvier 1986, fixant les limites du périmètre de protection autour des installations et infrastructures du secteur des hydrocarbures.
- Décret n° 85- 231 du 25 août 1985, fixant les conditions et modalités d'organisation et mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes.
- Décret n° 85-232 du 25 août 1985, relatif à la prévention des risques de catastrophes.
- Décret n°84-105 du 12 mai 1984 portant institution d'un périmètre de protection des installations et infrastructures.
- Décret n°84-385 du 22 décembre 1984 fixant les mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens.
- Décision N°45/DG du 18 janvier 2006 du PDG- SH, directive générale relative à la sécurité des installations et des travailleurs.

### 3.2 L'acceptabilité du risque, la tolérabilité de l'installation

La sécurité consiste à amener et maintenir une installation ou une situation à un niveau de risque que l'on choisit de considérer comme acceptable. L'acceptabilité d'une situation est une notion subjective, éventuellement variable dans le temps, et fonction du regard que l'on porte sur les faits et de son rôle dans le processus décisionnel [1] :

- L'exploitant du site industriel, qui gère le risque, conduit une évaluation technique du risque, et compare le niveau estimé à des objectifs fixés par l'entreprise, voire par la réglementation.
  - Si le niveau de risque résiduel est trop élevé, l'exploitant le réduit par la mise en place de barrières complémentaires, ou (lorsque c'est possible) par la réduction du danger à la source. Il justifie que ce niveau de risque résiduel est aussi bas que possible.
  - dans des conditions économiquement acceptables, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de son environnement. Il demande une autorisation pour exploiter son installation.
- L'administration compétente en matière de police des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) émet un avis sur la recevabilité de l'évaluation des risques résiduels de l'installation ;
- Le wali décide de l'autorisation d'exploiter, en fonction des risques résiduels de l'installation et d'autres critères (comme l'intérêt socio-économique de l'activité et les avis émis par les parties prenantes) ;
- Les acteurs de la société civile qui peuvent être consultés mais qui n'ont pas de pouvoir décisionnel (les riverains du site, les salariés, etc.) évaluent l'acceptabilité de l'installation selon de multiples critères, dont certains éléments non-techniques. Le voisinage du site industriel porte un jugement sur l'acceptabilité d'une situation ou d'une activité, sur la base de la confiance qu'il accorde au gestionnaire du risque, et sur la dynamique d'évolution de la situation, plutôt que sur le niveau de risque évalué.

**Remarque :** L'acceptabilité ne se décrète pas, elle se construit (ou peut se construire) par la concertation.

### **4. Enjeux**

L'analyse des risques comme n'importe quel processus, ayant des éléments d'entrée et des éléments de sortie avec une valeur ajoutée pour l'entreprise, les retours d'expérience montrent des bénéfices importants pour l'entreprise sous divers aspects, ces derniers on peut les résumer comme suit:

✓ **Les enjeux humains:**

Un accident technologie majeur sur l'unité de traitement de gaz du champ de Hassi R'Mel, peut avoir des conséquences dramatiques en interne/externe (perte de vies humaines, des incapacités permanentes totales ou partielles, des effets psychologiques irréversibles, et ce suite une explosion de gaz GPL types : BLEVE, UVCE,...),

✓ **Les enjeux techniques:**

L'analyse des risques industriel joue un rôle important pour la préservation de l'outil de production, à travers de l'identification des sources de dangers et par la suite mettre en place les barrières de prévention et de protection les plus efficaces dans le cadre de la sûreté de fonctionnement de l'installation.

✓ **Les enjeux environnementaux:**

Un accident technologique majeur sur l'unité de traitement de gaz, peut avoir des conséquences catastrophiques sur l'écosystème (pollution atmosphérique, pollution du sol et du sous-sol (nappe turonienne et albienne), impact sur la faune et flore.

✓ **Les enjeux économiques :**

Un financement très important suite à un accident technologique majeur s'il est réparable. Des coûts de réparation, de dépollution, de réhabilitation du site et d'indemnité des victimes. En plus, une perte de la confiance vis-à-vis des partenaires sociaux et économiques de l'entreprise (image de marque).

✓ **Enjeux règlementaires :**

L'analyse des risques s'inscrit dans le cadre d'une étude de dangers, l'enjeu réglementaire est de se maintenir en conformité avec la réglementation en vigueur.

Cette réglementation définit en termes limites, mesures, plans, programmes. Le constat de non-conformité ayant des conséquences économiques (arrêt de production, amende, travaux de mise en conformité, retrait de l'autorisation d'exploitation etc.) et des conséquences stratégiques (perte de confiance des partenaires financiers, économiques et institutionnels de l'entreprise, dégradation de l'image de marque auprès du public, etc.),

## 5. Problématique

Dans ce contexte s'inscrit notre travail, donc ce rapport sera un traitement de cette problématique avec des résultats à la fin accompagné par des hypothèses dans le cas où la situation est indésirable.

De récents accidents industriels ont tragiquement démontré combien les conséquences d'accidents pouvaient être sérieusement aggravées par la présence de sites dangereux à proximité de zones à forte densité de population. Parmi les modalités de gestion des risques technologiques majeurs, la maîtrise de l'urbanisation semble être la solution idéale pour faire face à ce problème d'une part.

D'autre part il y a des raisons qui nous ont obligés de réaliser cette étude en vue de la gestion des risques industriels majeurs. Le choix de ce sujet est fondé sur les points suivants :

- ✓ La croissance du nombre d'accidents technologiques au sein de la SONATRACH et plus spécifiquement le module 3 qui est notre cible dans ce document (voir annexe N°3)
- ✓ La vieillesse de l'installation MPP3 (1979, année de mise en service).
- ✓ L'augmentation de la densité de population autour de site dernièrement (DSP, campement militaire, SONELGAZ...)
- ✓ Les exigences managériales (engagement du TOP Management de la SONATRACH dans la politique HSE) et règlementaires (décret exécutif n° 06-198).

Dans cette optique, des outils dits de sûreté de fonctionnement plus adaptés permettant d'évaluer l'étendue des impacts d'un tels scénarios majeurs sur la population interne ( entreprises) et externes, dans le but de délimiter des périmètres de sécurité comme donnés d'entrée à une bonne maîtrise de l'urbanisation autour des sites à haut risques, la méthode QRA semble plus adaptée au objectifs attendus de cette étude, qui tient compte les deux grandeurs définissant le risques ( probabilité et gravité) en terme de calcul de niveau du risques (individuel et sociétal).

L'analyse de risques quantitative (QRA) a pour objectif de fournir une analyse détaillée des risques potentiels associés aux installations d'un site industriel. Le but est de quantifier les risques relatifs aux installations du site étudié pour la population externe et de donner une appréciation globale sur leur niveau d'acceptabilité.

# Chapitre 1 : cadrage de l'étude

---

## 6. hypothèses

L'analyse des risques consiste à calculer le niveau de risque généré par l'installation étudiée, pour cela l'étude de l'adaptation de la méthode avec le site est obligatoire afin d'assurer une exhaustivité totale, que ce soit dans la collection des données d'entrée ou dans la crédibilité des résultats dans la sortie.

La méthode QRA semble bien adaptée aux milieux industriels de forte densité de population et est fréquemment utilisée dans les secteurs des hydrocarbures pour les raisons suivantes :

- La disponibilité des données sur les équipements du secteur,
- L'ampleur élevée du risque dans les installations pétrolières,
- Les projets d'installation des sites pilotes autour de module concerné par l'étude,
- La forte densité de population à l'intérieur et l'extérieur du site en question,
- Analyse statistique des accidents pour les dix dernières années au niveau de SONATRACH/DP/HRM,
- L'engagement de l'entreprise SONATRACH en matière de sécurité (étude de dangers, les systèmes de management, les plans de formation...),

## Conclusion :

Dans ce chapitre, nous venons de mettre en évidence l'importance d'une étude quantitative des risques dans la démarche globale d'analyse des risques majeurs au sein de l'entreprise SONATRACH.

Nous avons exposé notre problématique en relation avec l'efficacité de la méthode comme étant un outil de performance de l'entreprise dans le volet sécuritaire que ce soit en interne par la protection de ces employés ou en externe pour les populations riveraines , pour ces raisons nous avons proposé une hypothèse et des justifications pour répondre à cette problématique.

### Introduction

L'analyse quantitative des risques, en anglais quantitative risk assessment (QRA) est une méthode dont l'objectif est d'évaluer la probabilité de dommages causés par un accident potentiel.

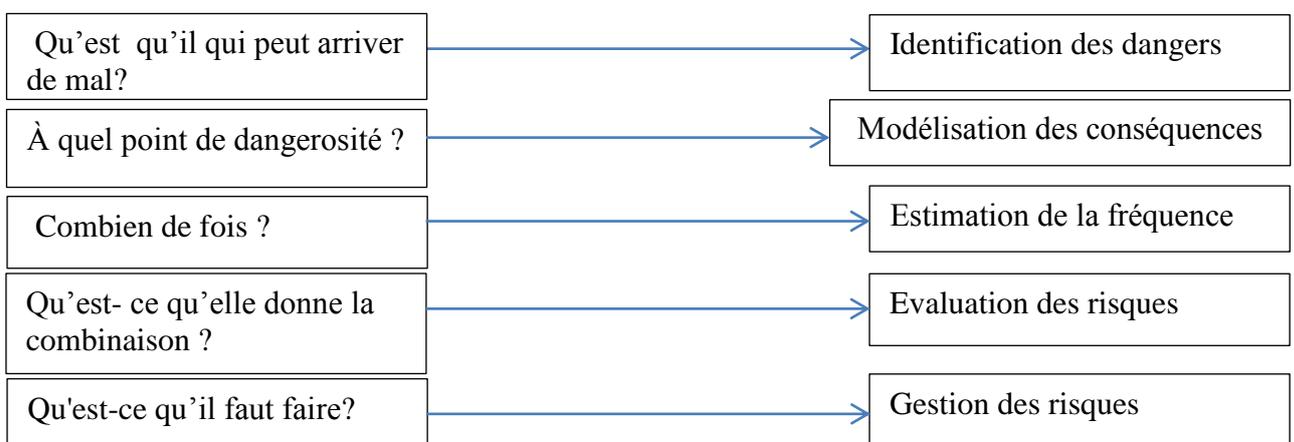
Cette méthode initialement développée dans le domaine des transports et dans le nucléaire a été progressivement adaptée à l'industrie des procédés notamment dans les pays du nord de l'Europe, la particularité des méthodes de QRA tient dans la façon d'exprimer et de présenter les résultats de l'analyse de risque, on calcule généralement d'une part la probabilité qu'un individu, à un emplacement donné, meure des effets de l'accident, qualifie de risque individuel et d'autre part, la fraction de la population susceptible de mourir des effets de l'accident et la fréquence associée, qualifiées de risque sociétal.[2]

Il est à noter que le QRA ne prend donc souvent en compte que les effets létaux sur les personnes, ces résultats sont généralement représentés sous forme de courbe fréquence / gravité (ou courbe F/N) pour le risque sociétal ou de courbe iso risque pour le risque individuel.

L'Estimation Quantitative du Risque (QRA) est un moyen de mesurer objectivement les risques d'une activité qui porte une ampleur de risque considérable. Les risques sont mesurés par deux facteurs principaux qui sont la probabilité et les conséquences. et cela Par la comparaison avec les critères du risque convenables.[2]

Les résultats peuvent être aidés pour décider si l'installation est inacceptable, ou si les améliorations sont nécessaires. Les critères du risque peuvent être imposés par la législation, ou elles peuvent être des cibles internes produites par une compagnie ou organisation pour l'aider à répartir ses opérations.

La méthode QRA essaie de répondre à cinq questions simples. À côté de chaque question, nous avons introduit le terme technique pour cette activité dans le processus de l'estimation du risque:



**Figure N°2 : questions clés de la méthode QRA**

### 1. Présentation de la méthode QRA (Quantitative Risk Assessment)

Un schéma général de l'approche est repris ci-dessous. La méthodologie suit l'approche classique d'un QRA :

- ✓ identification des dangers et développement des scénarios
- ✓ calcul des conséquences et des impacts potentiels
- ✓ analyse des fréquences
- ✓ combinaison des conséquences et fréquences afin de prédire le risque
- ✓ évaluation du risque et proposition de mesures complémentaires afin de réduire/contrôler le risque.

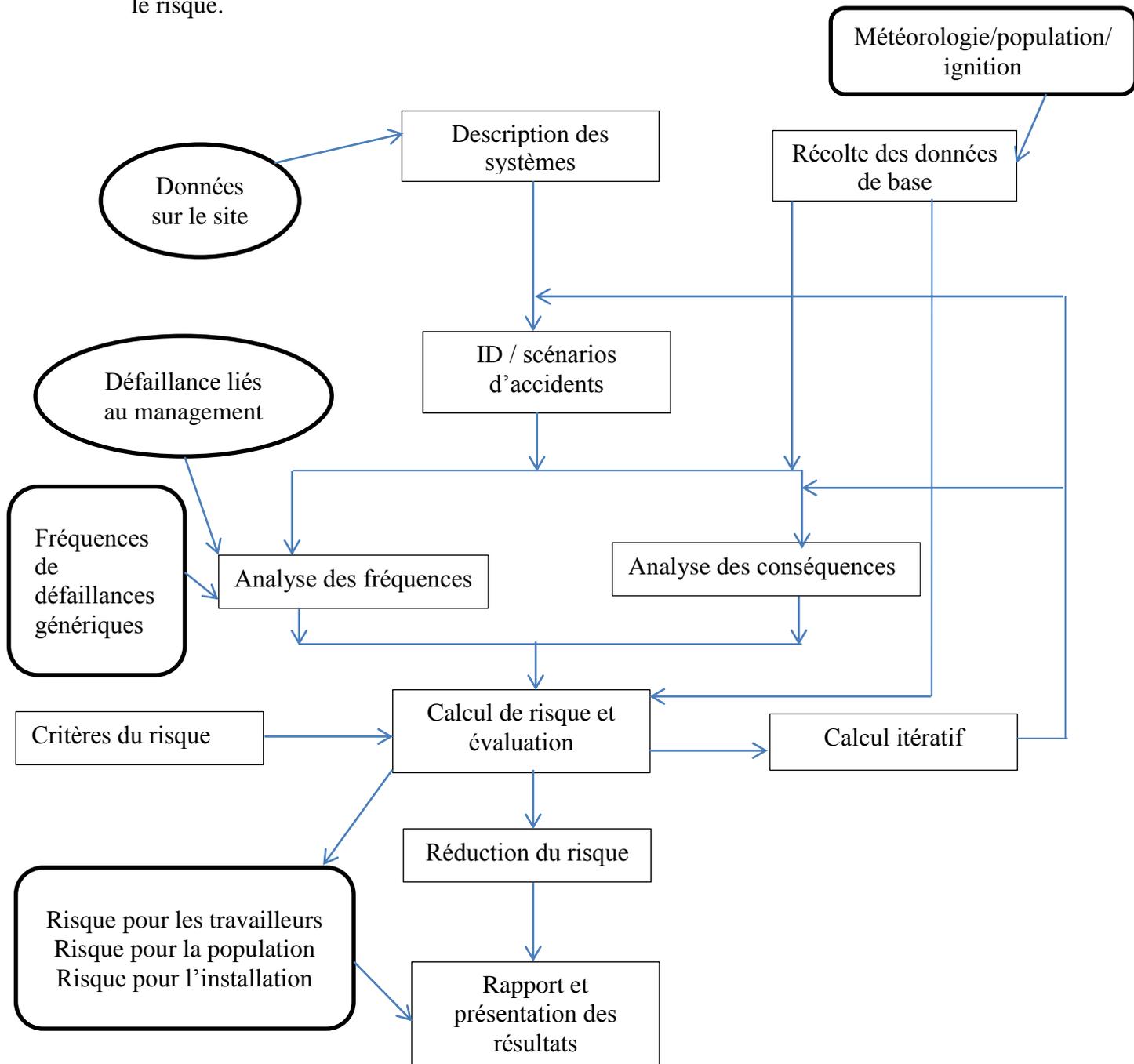


Figure N°3 : Schéma général de l'approche QRA

### 1.1 Identification des dangers

L'analyse des risques vise donc 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.

Suivant les outils ou méthodes employés, la description des situations dangereuses est plus ou moins approfondie et peut conduire à l'élaboration de véritables scénarios d'accident.

L'analyse des risques permet aussi de mettre en lumière les barrières de sécurité existante 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 aux critères de décision.[3]

L'estimation du risque implique la détermination :

- D'un niveau de probabilité que le dommage survienne,
- D'un niveau de gravité de ce dommage.

Il peut aussi être exprimé en termes de :

- Niveau de probabilité qu'un phénomène dangereux se produise,
- Niveau d'intensité du phénomène en question,
- Présence d'enjeux ou éléments vulnérables exposés,
- Vulnérabilité des enjeux.

#### **Démarche à adopter :**

La démarche adoptée pour l'analyse des risques associés à l'exploitation d'installations industrielles, se décompose généralement en plusieurs étapes :

#### **1) Définition du système à étudier et des objectifs à atteindre.**

Cette étape préliminaire permet de définir clairement le cadre de l'analyse des risques.

## Chapitre 2 : Etude Conceptuelle

---

L'analyse des risques est un travail qui peut s'avérer complexe et mobiliser des ressources importantes. Il est donc indispensable d'identifier clairement le système à étudier et de déterminer sans ambiguïtés les limites de l'étude.

Il peut, par exemple, s'agir d'étudier les risques associés à une nouvelle installation devant être implantée, d'identifier les risques associés à la modification d'un procédé existant ou de passer en revue les risques à l'échelle d'un site industriel complet.

Cette définition permet notamment de limiter la description du système aux informations nécessaires et suffisantes au champ de l'étude.

La définition des objectifs de l'analyse des risques est une étape essentielle qui permet notamment de définir les critères d'acceptabilité des risques.

Il peut par exemple être nécessaire de mener une analyse des risques dans l'un des buts particuliers suivants :

- ✓ analyser les risques d'accidents de manière générale et les événements pouvant nuire à la bonne marche du procédé (pannes, incidents...),
- ✓ analyser plus spécifiquement les risques aux postes de travail, réaliser une étude EvRP (Evaluation Des Risques Professionnels),
- ✓ analyser les risques d'accidents majeurs (cas de l'étude des dangers).

**Remarque :** Selon les objectifs poursuivis, la démarche et les outils utilisés pourront être significativement différents.

### 2) Recueil des informations indispensables à l'analyse des risques.

Cette seconde étape vise à collecter l'ensemble des informations pertinentes pour mener le travail d'analyse de façon efficace. Outre la description fonctionnelle de l'installation à étudier et de son environnement, il est indispensable d'avoir clairement identifié [3]:

- les dangers associés aux installations et aux substances qu'elles contiennent, transforment ou produisent.

- les risques d'agressions externes sur l'installation étudiée.

- l'analyse des accidents survenus sur des installations similaires, - la vulnérabilité de l'environnement.

Le recueil des informations nécessaires à l'analyse des risques est probablement une des phases les plus longues du processus mais également une des plus importantes.

Avant de mettre en œuvre la démarche d'identification des scénarios, il est généralement nécessaire de respecter les étapes suivantes :

### **1. description fonctionnelle et technique du système,**

La description fonctionnelle vise notamment à collecter l'ensemble des informations indispensables pour mener l'analyse.

De manière très générale, il s'agit de traiter les points suivants :

- identifier les fonctions du système étudié,
- caractériser la structure du système,
- définir les conditions de fonctionnement du système, décrire les conditions d'exploitation du système

### **2. description de son environnement,**

La description de l'environnement du système est importante à double titre :

- l'environnement peut être une source d'agressions pour le système,
- l'environnement constitue généralement un ensemble d'éléments vulnérables pouvant être affectés en cas d'accident.

### **3. Identification des potentiels de dangers**

#### **A. Internes**

La définition des potentiels de dangers internes doit être réalisée de la façon la plus exhaustive possible en étudiant entre autres [3]:

- les dangers liés aux produits (ou, plus exactement, les substances et préparations). Il s'agit alors de qualifier les dangers (inflammabilité, toxicité...) présentés par les produits présents ou susceptibles d'être présents sur le site en quantité suffisante pour être à l'origine d'un accident majeur. Dans le cadre de cet examen, il est également indispensable d'étudier les incompatibilités entre produits.
- les conditions opératoires. Il s'agit d'identifier les conditions opératoires pouvant présenter un danger intrinsèque ou augmenter la gravité d'un accident potentiel. Par exemple, il convient de repérer les installations fonctionnant à des pressions élevées ou encore les équipements intégrant des pièces tournant avec une énergie cinétique importante.

- les réactions chimiques. Pour les procédés mettant en jeu des réactions physico-chimiques, une classification des réactions permet de mettre en lumière les réactions présentant des risques d'emballement ou des réactions incontrôlées dangereuses. Il est alors important de spécifier les conditions (température, pression, mélange...) à partir desquelles les réactions chimiques peuvent devenir dangereuses.

### **B. Externes**

L'identification des potentiels de dangers externes doit permettre de caractériser les risques d'agressions externes sur le système.

Si parfois un examen rapide de ces potentiels de dangers externes apporte des éléments de réponse satisfaisants, dans d'autres cas, il est nécessaire de mettre en œuvre des outils spécifiques. Cela peut notamment être le cas pour :

- ✓ les risques d'agressions sismiques,
- ✓ les risques d'inondation,
- ✓ les risques liés à la foudre (Arrêté du 28 janvier 1993 concernant la protection contre la foudre de certaines installations classées),
- ✓ les synergies d'accidents ou effets dominos.

### **3) analyse des incidents/accidents passés.**

L'analyse des accidents passés joue un rôle fondamental dans l'analyse des risques à de nombreux titres :

- Elle permet d'identifier a priori les incidents ou accidents susceptibles de se produire à partir :
  - des accidents ou incidents s'étant déjà produits sur le site étudié,
  - des accidents survenus sur des installations comparables à celles étudiées.
- Elle met en lumière les causes les plus fréquentes d'accidents et donne des renseignements précieux concernant les performances de certaines barrières de sécurité.
- Elle constitue une base de travail pertinente pour l'analyse des risques en groupe de travail qui devra identifier a priori des scénarios d'accidents.

Cette analyse porte à la fois sur les incidents et accidents survenus sur les installations étudiées ou sur des installations similaires.

### 4) Définition de la démarche à adopter

Dans cette étape, il est notamment question de choisir un ou plusieurs outils ou méthodes pour mener l'identification des dangers liées à l'installation étudié.

Les outils d'analyse des risques doivent être choisis en fonction des caractéristiques des installations à étudier et du niveau de détail recherché.

Ainsi, il est possible de différencier les méthodes telles que l'APR réservée à une analyse « en surface » des risques ou à des installations peu complexes et les méthodes dédiées à une analyse plus détaillée et généralement centrée sur des sous-systèmes bien définis, comme l'AMDEC, par exemple.[1]

Bien entendu, le domaine d'application et le niveau de détail sont également fonction des compétences et de l'expérience des personnes qui mèneront ce travail. En d'autres termes, certains outils peuvent être adaptés afin d'être utilisés dans un domaine d'application sensiblement différent de leur domaine d'origine.

Il existe un grand nombre d'outils ou méthodes dédiés à l'identification des dangers et des risques associés à un procédé ou une installation. Quelques-unes des méthodes les plus fréquemment utilisées sont :

- l'Analyse Préliminaire des Risques (APR),
- l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC),
- la méthode « What-if ? » qui est une adaptation de la méthode HAZOP,
- l'Analyse par arbre des défaillances,
- l'Analyse par arbre d'évènements,
- l'Analyse par Nœud Papillon.
- Quantitative Risk Assessment QRA

Ces méthodes prises individuellement ou de façon combinée permettent le plus souvent de répondre aux objectifs d'une analyse des risques portant sur un procédé ou une installation.

D'une manière générale, le choix de retenir une méthode particulière d'analyse des risques s'effectue à partir de son domaine d'application et de ses caractéristiques, comme le tableau N°3 illustre.

**Tableau N°3:** Critères de choix pour les principales méthodes d'analyse des risques

Méthodes	Approche	Défaillances envisagées	Niveau de détail	Domaines d'application privilégiés
APR	Inductive	Indépendantes	+	Installations les moins complexes
HAZOP	Inductive	Indépendantes	++	Systèmes thermo-hydrauliques
What-if	Inductive	Indépendantes	++	Systèmes thermo-hydrauliques
AMDEC	Inductive	Indépendantes	++	Sous-ensembles techniques bien délimités
Arbre d'évènements	Inductive	Combinées	+++	Défaillances préalablement identifiées
Arbre des défaillances	Déductive	Combinées	+++	Evènements redoutés ou indésirables préalablement identifiés
Nœud papillon	Inductive Déductive	Combinées	+++	Scénarios d'accidents jugés les plus critiques

**Note :** il n'y a pas de « bonne » ou « mauvaise » méthode d'analyse des risques. Ces méthodes ne sont que des aides guidant la réflexion et il convient donc de retenir celles qui sont les mieux adaptées aux cas à traiter.

**5) Mise en œuvre de l'analyse de risques, de préférence dans le cadre d'un groupe de travail.**

De manière générale, les méthodes d'analyse des risques sont destinées à être mises en œuvre dans le cadre d'un groupe de travail. Si leur utilisation par une personne seule n'est pas impossible, les résultats obtenus risquent néanmoins de perdre de leur pertinence. Leur intérêt réside en majeure partie dans la confrontation d'avis et de remarques de personnes ayant des expériences et des connaissances complémentaires. Cette richesse de points de vue permet généralement de tendre vers un examen le plus exhaustif possible des situations de dangers.

## **Chapitre 2 : Etude Conceptuelle**

---

Au sein de l'équipe, il convient de distinguer les personnes assurant un rôle d'encadrement et d'orientation (animateur, secrétaire...) des autres membres du groupe de travail apportant une contribution uniquement technique.

L'équipe doit être pluridisciplinaire. Pour cela, elle doit être composée des personnes travaillant au quotidien sur les installations étudiées ou ayant une connaissance approfondie des installations (cas des projets).

La composition habituelle des participants contribuant sur les aspects techniques peut être, à titre d'exemple, la suivante :

1. responsable du projet,
2. personne chargée de la sécurité,
3. personne spécialiste du procédé, ingénieur procédé,
4. personne chargée de la maintenance,
5. spécialiste de l'automation et des systèmes, instrumentistes, automaticiens...
6. personne travaillant en production, exploitant...

### **1.2 Sélection des scénarios critiques**

Pour chaque installation retenue pour le QRA, la méthode prévoit d'établir la liste des évènements de perte de confinement potentiels.

Ces évènements sont considérés indépendamment de leurs causes sur la base d'une association préétablie entre une typologie d'équipement et une typologie d'évènement.

A chaque type d'évènement le « purple book » (guide méthodologique) associé une valeur de fréquence qui est utilisée pour les calculs probabilistes qui suivent.

Ces valeurs sont issues d'étude statistiques réalisées dans les années quatre-vingts essentiellement aux Pays-Bas.[4] Elle reflètent donc un niveau de maîtrise moyen correspondant à la technologie de l'époque et du lieu ainsi qu'aux types d'industries concernées par l'étude, la méthode prévoit qu'il est possible d'altérer les données statistiques en fonction de l'environnement de l'exploitation en augmentant de façon forfaitaire (correction par un facteur de 3 à 10) la fréquence de référence si l'installation soumise à des vibrations, des cycles thermiques importants ou des sources de corrosion/érosion.

Si les barrières de sécurité supplémentaires sont présentes pour limiter ou mitiger les conséquences d'une perte de confinement il est en théorie possible de les prendre en compte en appliquant les méthodes de type arbre d'évènement.

En revanche, il n'est pas prévu de prendre en compte des barrières de prévention spécifiques qui viendraient réduire la probabilité d'une perte de confinement.

### 1.3 Calcul des probabilités de défaillance

#### Introduction

Les données d'entrée nécessaires à l'estimation de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux et accidents potentiels seront fonction de la finesse de la description des séquences accidentelles retenue pour mener l'estimation probabiliste.[5]

- Si l'objectif est d'apprécier directement la probabilité d'occurrence annuelle des phénomènes dangereux ou accidents majeurs sans passer par l'étude d'événements intermédiaires tels que l'occurrence d'une perte de confinement, le dysfonctionnement des mesures de maîtrise des risques, les données d'entrée étudiées seront directement des fréquences d'occurrence d'accidents majeurs ou de phénomènes dangereux.
- Si l'objectif est d'apprécier la probabilité d'occurrence annuelle des phénomènes dangereux ou accidents majeurs à partir d'un événement redouté central de type "perte de confinement de produit dangereux", les données d'entrée étudiées seront des fréquences d'occurrence d'événements redoutés centraux, des probabilités de défaillance des mesures de maîtrise des risques en protection, des probabilités d'occurrence d'événements secondaires telles que des probabilités de présence de source d'inflammation, de vent, de pluie etc.
- Si l'objectif est d'apprécier la probabilité d'occurrence annuelle des phénomènes dangereux ou accidents majeurs à partir d'événements initiateurs, il faudra étudier en complément des données précédentes les fréquences d'occurrence des événements initiateurs et les probabilités de défaillance des mesures de maîtrise des risques en prévention.

#### Exemple :

- ✓ La fréquence de rupture d'un flexible est estimée à  $10^{-2}$  par opération de transfert.
- ✓ 40 opérations sont effectuées par an.
- ✓ La fréquence annuelle de rupture du flexible est donc estimée à :

$$(10^{-2} / \text{opération}) * (40 \text{ opérations} / \text{an}) = 4.10^{-1} / \text{an}.$$

### 1.3.1 Typologie des sources de données

Les sources de données européennes et internationales disponibles pour mener une quantification probabiliste des phénomènes dangereux ou accidents potentiels sont multiples, couvrent des domaines d'activités divers et traitent d'événements de nature variée (fréquence d'occurrence d'accident, fréquence de défaillance d'équipements au sein d'installations industrielles etc.).[5] Cette abondance prend ses origines dans la multiplicité des situations et des éléments qui doivent être traités pour fournir une vision claire des phénomènes complexes et rares que sont les accidents.

De nombreuses sources sont aujourd'hui régulièrement citées dans les études de dangers pour répondre aux exigences de l'évaluation probabiliste.

Le schéma suivant illustre les différents types des sources de données :

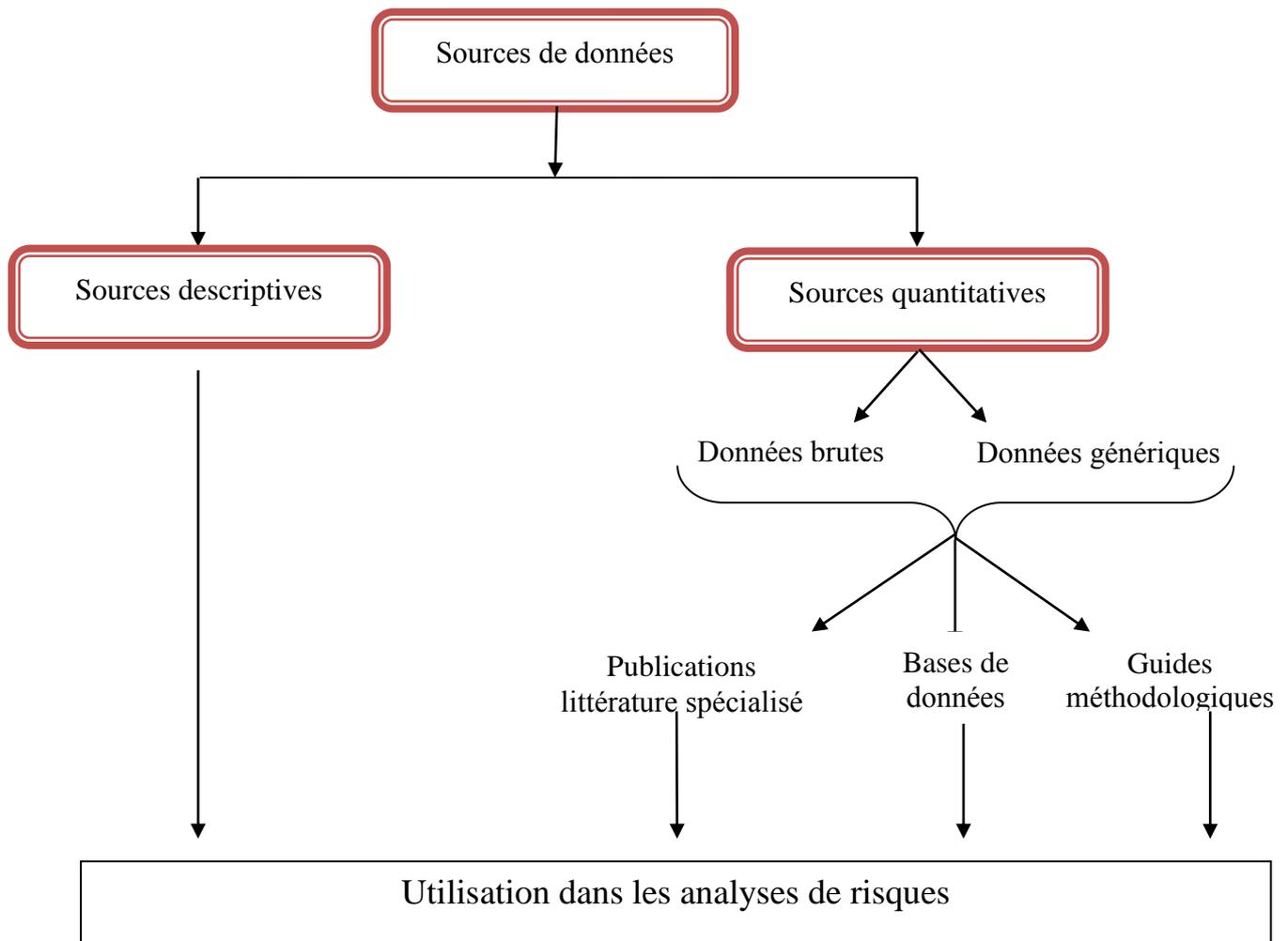


Figure N°4: Typologie des sources de données étudiées

### 1.3.1.1 Sources descriptives :

Sous la terminologie « **descriptives** » sont regroupées les sources de données présentant des descriptions d'événements, n'ayant pas pour vocation première d'être exploitées à des fins quantitatives.

Elles donnent en revanche des informations sur le déroulement des événements mentionnés, en explicitent éventuellement les causes, les facteurs techniques ou organisationnels liés à l'occurrence de ces événements, ou tout élément susceptible d'être exploité ou utilisé à des fins de retour d'expérience par exemple. Cette catégorie de sources concerne uniquement des bases de données d'accidentologie on citant par exemple (MARS, ZEMA, MHIDAS, FACTS, RMP Info, PSID....etc.).[5]

Grâce à ce type d'information, un fabricant pourra par exemple améliorer :

- ✓ le design de son produit,
- ✓ la sécurité de ses équipements, de son installation,
- ✓ les techniques du procédé,

Un organisme public pourra également utiliser ces informations pour définir sa politique en matière d'études de dangers, d'aménagement du territoire et de gestion des situations d'urgence.

Les informations capitalisées dans ces sources sont collectées sous la forme de textes descriptifs : descriptions d'accident, descriptions de causes, conséquences, enseignements, mesures d'urgence.

Ces données sont issues de rapports d'enquête sur les accidents, de déclarations d'accidents reportées par les opérateurs ou extraites de publications variées.

Les champs classiquement renseignés dans ces sources de données sont les suivants :

- Date et lieu (pays) de l'accident,
- Description de l'accident et/ou du presque-accident selon la source,
- Causes probables,
- Description des conséquences,
- Nombre de morts et de blessés,
- Type et quantité de substances impliquées.

## Chapitre 2 : Etude Conceptuelle

---

Le tableau N°4 synthétise les informations recueillies sur ces sources de données.

**Tableau N°4:** informations recueillies sur des sources de données descriptives

Nom de la source de données	Organisme gestionnaire	pays	Type de données capitalisées	Description générale	Nombre d'événements collectés
MARS (Major Accident Reporting System)	MAHB	Italie	A / Données d'accidentologie : Accidents majeurs	MARS collecte des informations sur les accidents majeurs qui ont lieu sur le <b>territoire européen</b> dans le cadre de la directive européenne SEVESO.	450 accidents

### 1.3.1.2 Sources quantitatives :

Pour alimenter en données les méthodes d'analyse quantitative des risques, la communauté des ingénieurs des procédés a réalisé de nombreuses recherches et des campagnes de collecte. L'objectif est alors de couvrir l'ensemble des besoins en données pour mener l'évaluation quantitative des risques.[5]

Les données collectées sont alors principalement :

- ✓ Des fréquences de fuites sur équipements,
- ✓ Des données de fiabilité des équipements des installations industrielles : des fréquences de défaillance d'équipements en fonction de leurs modes de défaillance,
- ✓ Des fréquences d'événements initiateurs,
- ✓ Des probabilités d'inflammation.

Ces données permettent d'estimer la probabilité d'occurrence d'un scénario accidentel.

Parmi les données citées ci-dessus, deux « familles » de données sont à distinguer :

- Les données brutes,
- Les données génériques.

### **Définitions :**

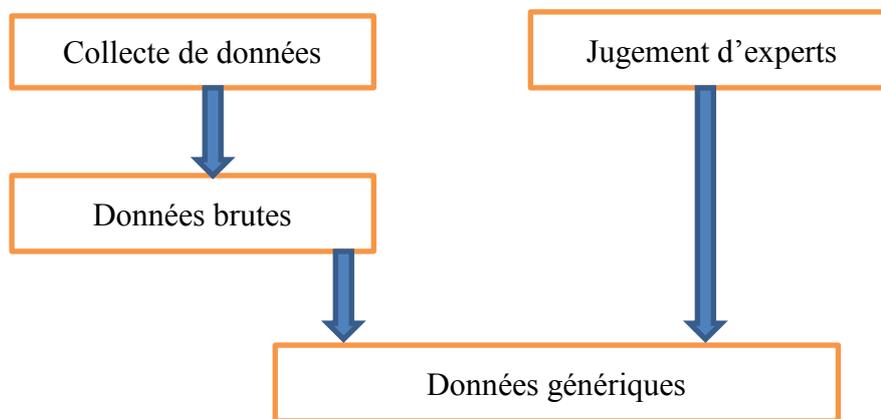
1) **Les données brutes** sont des données issues directement du terrain, capitalisées dans un contexte donné et pour un objectif fixé (exemple : données capitalisées par les équipes de maintenance d'une installation pour optimiser la fréquence de contrôle des équipements). Leur analyse permet d'extraire des fréquences d'occurrence d'événements représentatives d'une réalité de terrain.

**NB : Ces données sont souvent rares et couvrent peu de secteurs d'activité par rapport à la multitude des configurations d'installations existantes actuellement.**

2) **Les données génériques** telles qu'elles sont définies dans ce rapport peuvent être :

- ✓ Des moyennes de données brutes ou combinaison de données brutes et d'autres données génériques,
- ✓ Des jugements d'experts ou combinaisons de jugements d'experts,
- ✓ La combinaison de ces deux informations.

La figure N°5 synthétise un mode de construction des données génériques.



**Figure N°5 : Construction des données génériques**

Les sources de données quantitatives souvent utilisées dans les études quantitatives des risques sont présentées dans les paragraphes suivants selon la typologie présentée précédemment [5]:

- Publications de la littérature spécialisée,
- Bases de données,
- Guides méthodologiques.

### **A. Publications de la littérature spécialisée**

Le nombre de publications dans la littérature spécialisée est vaste, les plus utilisés dans le domaine des hydrocarbures sont :

- COVO studie, source principale du « Purple book »,
- « Loss prevention in the process industries »

## Chapitre 2 : Etude Conceptuelle

---

Ces deux publications sont présentées dans le tableau N°5:

**Tableau N°5 : données sur les Publications de la littérature spécialisée**

Nom de la publication	auteur	Objectifs
COVO studie	Cremer and Warner Ltd consulting chemical engineers	Mise en place et évaluation d'une méthode d'analyse quantitative des risques sur une sélection d'installations industrielles dans la région du Rijnmond aux Pays Bas.
Loss prevention in the process industries	F.P. Lees	Regrouper et synthétiser les recherches menées sur l'analyse des risques, couvrir les avancées des recherches dans le domaine, fournir une bibliographie compréhensible.

Ces deux publications ont pour point commun d'être régulièrement citées dans les études de dangers, les recherches sur la sécurité des installations industrielles et utilisées dans la constitution de données génériques. Ces sources de données contiennent des données quantitatives de nature diverse dont :

- ✓ Des fréquences de fuites d'équipements,
- ✓ Des données de fiabilité d'équipements,
- ✓ Des fréquences d'événements initiateurs,
- ✓ Des probabilités d'inflammation.

### **B. Les Bases de données**

#### **B.1 Les bases de données brutes**

##### **B.1.1 Base de données de défaillances sur des équipements d'installations industrielles**

Il y a Deux bases de données brutes de fiabilité (données sur les défaillances d'équipements au sein d'installations industrielles) qui sont fréquemment utilisés :

**OREDA** est la base de données la plus ancienne (la base a été lancée en 1981) L'enregistrement des données dans l'OREDA est organisé par « phase » de un, deux ou trois ans. Au cours de ces phases, les industriels enregistrent les défaillances observées sur les équipements objets du suivi OREDA. Les modes de défaillance observées sont notifiés. Les industriels capitalisent également les données de fonctionnement de ces équipements et les données relatives aux opérations de maintenance effectuées. Cette collecte de données s'effectue par les équipes de maintenance.

Après approximativement deux phases, l'OREDA publie un manuel qui synthétise les données collectées.

**PERD** elle a un fonctionnement similaire à celui de l'OREDA mais a été créée beaucoup plus récemment (lancement du projet en 1998, collecte effective des données à partir de 2004). Cependant, à la différence de OREDA, la base PERD concerne les industries chimiques. Un manuel sera probablement édité pour publier les données de cette base.

**Remarque : Ces deux bases de données sont les deux seules bases de données identifiées qui contiennent des données brutes traduisant une réalité du terrain**

### B.1.2 Base de données sur des fréquences de fuites de substances dangereuses

Il existe Trois bases de données brutes capitalisant des fréquences de fuite de substances dangereuses :

- ✓ La base de données **HCR** (OffShore Hydrocarbon release) gérée par le HSE qui capitalise des données brutes sur les fuites d'hydrocarbures dans les installations offshore.
- ✓ Les bases de données de l'**EGIG** (European gas pipeline incident data group).
- ✓ l'**UKOPA** (United Kingdom Onshore Pipeline Operator's Association) qui capitalisent des données brutes de fuites de substances dangereuses pour les pipelines.

### **B.2 Les bases de données génériques**

Les données brutes étant rares et difficiles à collecter, l'usage est de les compléter par des données génériques qui sont plus abondantes. Trois bases de données génériques qui sont plus utilisées à l'échelle internationale :

**EIREDA** est majoritairement composée de données brutes issues du retour d'expérience d'EDF en France sur la fiabilité des composants de centrales nucléaires entre 1977 et 1987. Ces données ont ensuite été mises à jour via un traitement statistique « bayésien » pour intégrer les observations de la période 1988-1993. Ce complément d'information explique pourquoi cette base de données a été qualifiée de générique.

**COREDAT** a une part plus importante de données génériques. Les données qu'elle capitalise proviennent elles aussi d'observations faites sur des centrales nucléaires, Cette base a été une des premières sources de données de fiabilité et a été largement exploitée pour les études de fiabilité des années 60, 70 et 80.

**FRED** est une base majoritairement générique, les valeurs proposées synthétisent d'autres valeurs issues de publications de la littérature spécialisée ou d'autres sources de données génériques. La base FRED a pour vocation d'uniformiser les données utilisées par le HSE dans ses analyses des risques et ainsi d'en améliorer la lisibilité et la transparence.

### C. Guides méthodologiques

Les guides méthodologiques d'analyse de risques quantitatives sont des sources de données à part entière bien que ce ne soit pas leur vocation première.[6]

L'objectif de ces guides est de décrire une méthodologie complète d'évaluation des risques pour des usagers définis, dans un contexte particulier.

Les données présentées dans ces guides ont donc pour vocation d'alimenter une méthode d'analyse de risques prédéfinis. Ces données sont génériques.

Le tableau N°6 cite les guides méthodologiques fréquemment utilisés dans les études QRA :

**Tableau N°6 : les guides méthodologiques les plus utilisés dans le QRA**

Nom de la source de donnée	Organisme gestionnaire	pays	Types de donnée capitalisée
Purple book	CPR	Hollande	Données d'accidentologie, Fréquences de fuites de substances dangereuses, fiabilité d'équipements, probabilités d'inflammation
Handbook faillure	AMINAL	Belgique	Données d'accidentologie, Fréquences de fuites de substances dangereuses, fiabilité d'équipements, probabilités d'inflammation
The Hazardous materials Release and accident frequencies for process plant	J.R. Taylor	Etats-Unis	Données d'accidentologie, Fréquences de fuites de substances dangereuses, fiabilité d'équipements

### 1.3.2 Comparaison entre les données brutes et les données génériques

- ✓ **Les données brutes** sont a priori les données d'entrée les plus fiables pour mener les analyses de risques car elles traduisent la réalité d'un contexte industriel « terrain », et les conditions d'observation de ces données peuvent en principe être facilement retracées. Ce sont donc des données bien adaptées pour des cas d'études similaires aux installations de référence.

Mais, les données brutes accessibles dans le domaine public sont rares (OREDA, une partie de l'EREIDA et de COREDAT) et ne suffisent pas à couvrir toutes les situations rencontrées dans une analyse de risques.

- ✓ **Les données génériques** sont beaucoup plus nombreuses et généralement plus faciles d'utilisation que les données brutes. Elles sont donc couramment utilisées pour pallier les insuffisances en données brutes.

Il semble que les fréquences d'occurrence d'accidents et de défaillances varient largement en fonction des standards de design de l'installation, des conditions d'opération et de maintenance. C'est pourquoi, il est courant d'utiliser une donnée générique comme base pour qualifier la fréquence d'un événement redouté central, et d'y appliquer un certain nombre de facteurs correctifs (dépendant par exemple, de la substance dangereuse traitée, de l'environnement de l'installation, du type de sollicitations de cet équipement, etc.). Ces facteurs correctifs sont définis principalement par jugements d'experts.

### **Conclusion :**

**«Les données d'entrée idéales dans une analyse de risques restent les données collectées dans l'installation analysée elle-même.»**

### **1.4 Analyse des conséquences**

Cette étape consiste à modéliser les conséquences retenues pour chaque scénario accidentelle. Elle conduit à calculer l'intensité du phénomène dangereux pour chaque événement de perte de confinement.[7]

L'intensité des phénomènes considérés s'exprime par la répartition des :

- Concentrations en substance toxique,
- Niveaux de flux thermique,
- Niveaux de surpression,

Les modèles à utiliser sont ceux qui sont décrits dans le "purple book"[CPR 18<sup>E</sup> 1999]. Il s'agit de modèles de dispersion, d'effets thermiques et d'explosion classiques.[8] Les modélisations sont réalisées pour différentes conditions météorologiques auxquelles sont associées des probabilités d'occurrence. Chaque ensemble de conditions initiales est aussi qualifié en termes de probabilité.

Les résultats ainsi obtenus seront utilisés dans la dernière étape pour calculer le risque individuel et le risque sociétal. A ce stade, ces résultats sont exprimés en termes d'intensité du phénomène et de probabilité associée à cette intensité.

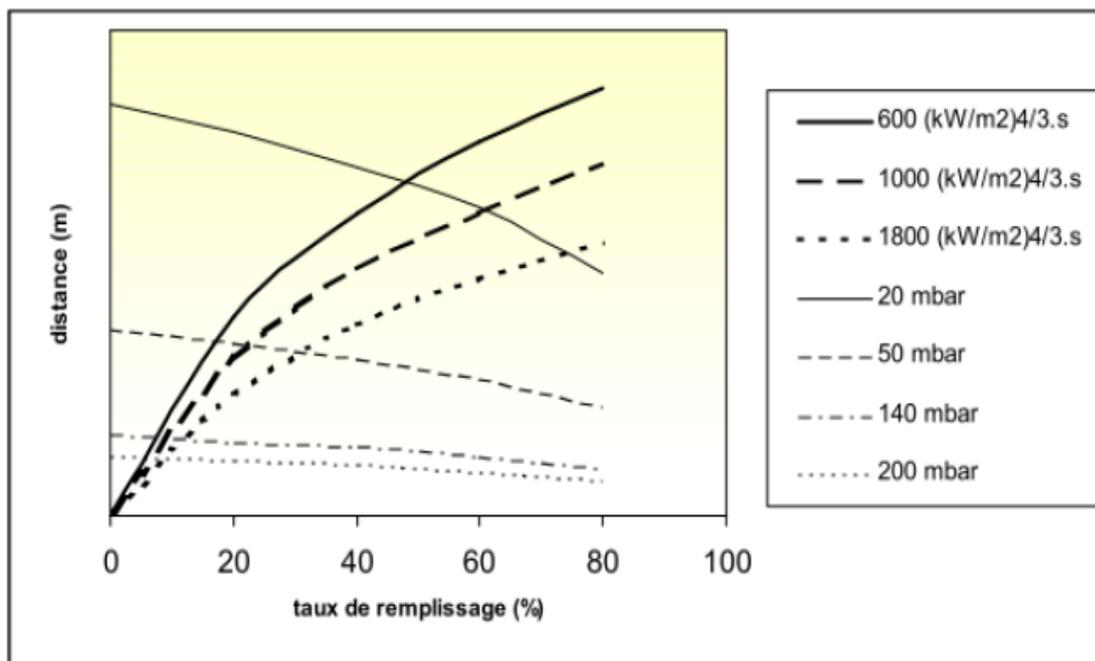
Les phénomènes qui peuvent avoir lieu généralement dans les installations pétrolières sont :

### 1. Le BLEVE

Le terme générique de BLEVE provient de l'expression Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (« Vaporisation explosive d'un liquide surchauffé »). Le BLEVE est un événement particulièrement redouté sur les stockages de produits liquéfiés.

Par définition, le BLEVE consiste en une vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température normale d'ébullition à la pression atmosphérique. Défini d'une autre manière, le BLEVE est une explosion résultant d'une vaporisation « quasi instantanée » ayant pour conséquence de générer une onde de souffle.

Les effets thermiques et de surpression de BLEVE dépend du taux de remplissage comme la figure N°6 montre:



**Figure N°6 :** allure de l'évolution des effets thermiques et de surpression en fonction de taux de remplissage

### 2. Boule de feu :

La boule de feu est un phénomène rapide qui se produit lors de la rupture d'une canalisation ou d'un ballon (cuve sous pression, citerne de camion, wagon) remplie d'un gaz sous pression avec une ignition immédiate. Il se produit alors une boule de feu qui ne dure que quelques secondes durant lesquelles en fonction de la masse de gaz relâchée, les dégâts dus aux radiations importantes se propagent loin de la source et peuvent être considérables.

La boule de feu est modélisée par une forme constituée de 10 cercles équidistants. Le rayon de la boule de feu,  $R$  et la hauteur de son centre sont calculés grâce aux formules suivantes :

$$r_{\text{Flame}} = 3.24 M_{\text{Flammable}}^{0.325}$$

$$H_{\text{Flame}} = 2r_{\text{Flame}}$$

Avec :

$r_{\text{Flame}}$  : Rayon de la flamme (m)

$M_{\text{Flammable}}$  : Masse de substance inflammable dans la boule de feu (kg)

$H_{\text{Flame}}$  : Hauteur du centre de la boule de feu (m)

### 3. Feu de chalumeau (jet fire):

Un feu de jet se produit lorsqu'un nuage de gaz ou liquide inflammable à haute pression se forme de manière continue et est allumée à proximité de la source. Les radiations thermiques sont continuées. La taille du feu de jet dépend de la vitesse de décharge, de l'orientation, de la direction, de la météo...

La valeur des radiations à une distance donnée est calculée à partir du niveau de radiation de la flamme elle-même, de sa géométrie et de la transmissivité de l'atmosphère.

### 4. Le 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) dont la valeur du flux est fortement variable dans le temps. Pour qu'un boilover se produise, il faut que les 4 conditions suivantes soient réunies :

- Un feu de bac,
- La présence d'eau à transformer en vapeur,
- La création d'une onde de chaleur qui entre en contact avec le fond d'eau situé sous la masse d'hydrocarbures,

- Un liquide stocké suffisamment visqueux que la chaleur ne puisse pas traverser facilement depuis le bas.

### **1.5 Calcul de risque et évaluation**

Le risque se définit par la probabilité de survenue d'un événement potentiellement néfaste (risques majeurs) et par la gravité de ses conséquences et par probabilité de la présence d'enjeux (population). Donc C'est la combinaison d'enjeux soumis à un danger .On le trouve ainsi traduit de façon simple en termes mathématiques :

**Risque = fréquence \* conséquence \* vulnérabilité**

La détermination de la probabilité due à L'exposition à des effets cités ci-dessus est basée sur la probabilité de mort.

Pour faire il y a des équations dites de probit qui permettent la conversion des intensités des effets à des probabilités de mortalité [9]:

#### **1. Radiation**

$$Y = -36,25 + 2,56 \ln(D) \text{ avec : } D = Q^{4/3} * t$$

Y= valeur du probit

Q= radiation exprimé en (kw/m<sup>2</sup>)

t= la durée d'exposition (s)

#### **2. pression**

$$Y = -1,47 + 1,37 \ln(D) \text{ avec : } D = P_s$$

Y= valeur du probit

P<sub>s</sub> = pression exprimé en Pa

#### **3. nuage toxique**

$$Y = -5,3 + 0,5 \ln(D) \text{ avec } D = C^{2,75} * t$$

Y= valeur du probit

C = concentration du nuage toxique exprimé en (mg/m<sup>3</sup>)

t= durée d'exposition (s)

### **2. Notion du risque individuel**

**La notion de risque individuel** c'est la probabilité qu'une personne exposée de façon permanente au danger soit tuée. On peut le quantifier à partir des fonctions de Probit. Cette notion est habituellement représentée sur une carte des environs du site par des courbes d'isorisque individuel (distance d'effet maximale à laquelle un individu est exposé à une probabilité de mort).[6]

La figure N°7 représente une carte du risque individuel telle-que les courbes en rouge indiquent respectivement un risque de  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$  pour l'ensemble des scénarios considéré dans l'étude.

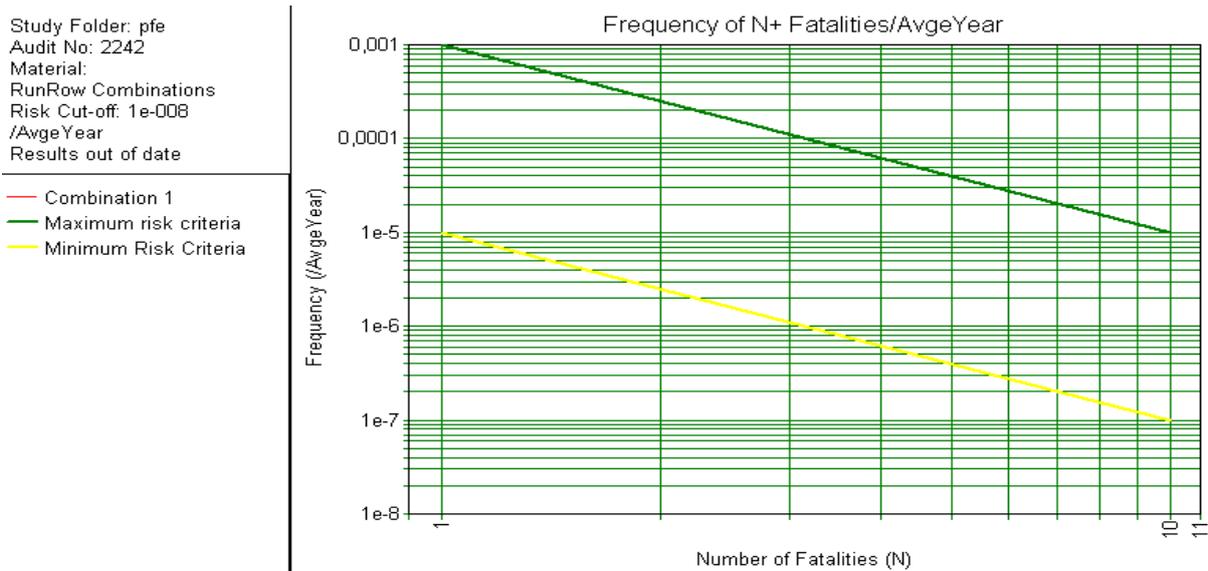


**Figure N°7 :** le risque individuel représenté dans une carte

### **3. Notion du risque sociétal**

**La notion de risque sociétal** : c'est la probabilité lors d'un accident de causer la mort de plus d'un certain nombre de personnes.[6] Cette notion est habituellement représentée à l'aide de courbes dites F/N (nombre d'individus N exposé en permanence à une fréquence d'accident F).

La figure ci-dessous représente la courbe représentative du risque sociétal telle-que les lignes verte et jaune représentent la limite maximale de tolérabilité et la limite minimale de tolérabilité respectivement. et La zone entre les deux lignes dite la zone ALARP (As Low As Reasonably Practical).



**Figure N°8 :** la courbe (F/N) pour la représentation du risque sociétal

On peut considérer que le risque est ALARP si:

- ✓ La réduction de risque n'est pas pratique ou si les coûts sont disproportionnés par rapport au risque à réduire.
- ✓ Les mesures existantes correspondent aux bonnes pratiques.
- ✓ Tous les aspects et mesures de sécurité sont bien étudiés.
- ✓ Les risques sont révisés périodiquement.

Le calcul du risque individuel et le risque sociétal nécessite la probabilité de mortalité de la population exposée à se risque, la probabilité de mortalité est calculée à partir des fonctions de probit cité ci-dessus.[10]

La relation entre la probabilité de mortalité P et la valeur de probit Pr correspondante est donnée par l'équation suivante :

$$P = 0.5 \times \left[ 1 + \operatorname{erf} \left( \frac{\operatorname{Pr} - 5}{\sqrt{2}} \right) \right]$$

Avec :

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

### Conclusion

La méthode présentée dans ce chapitre a été développée pour compenser certaines limites des outils d'analyse simples tels que l'AMDEC, l'HAZOP.

Elle vise avant tout à organiser l'utilisation des outils dans une démarche globale d'estimation des risques. Elle ne se limite donc pas à l'identification des scénarios et à l'estimation rapide de la probabilité mais intègre des étapes d'estimation de l'intensité des phénomènes, d'identification et de qualification des barrières de sécurité, de présentation des résultats dans des formats adaptés à une utilisation dans le cadre d'un processus décisionnel donné.

D'autres points forts de la méthode QRA ci qu'elle propose généralement des outils supports à leur mise en œuvre : listes guides, outils logiciels (phast risk), systèmes d'information géographique. Elle précise la manière d'opérer pour certaines estimations qui demeurent non définies dans les outils de base : estimation de la probabilité, de la fiabilité des barrières de sécurité, etc.

La méthode QRA vise à tendre vers le plus d'exhaustivité possible. Néanmoins, force est de constater qu'il est impossible de garantir une exhaustivité totale.

En d'autres termes, son utilisation ne garantit pas une identification complète de toutes les causes potentielles d'un accident majeur car :

- ✓ La richesse de la méthode s'appuie sur l'expérience acquise au sein du groupe de travail. Il semble néanmoins humainement impossible d'envisager toutes les causes possibles d'un accident potentiel. Ce constat apparaît d'autant plus vrai que l'on traite le plus souvent d'évènements ou de combinaisons d'évènements particulièrement rares.
- ✓ La qualité des résultats et leur caractère exhaustif dépendent également du temps et des moyens consacrés à l'analyse. Plus ces moyens seront importants, plus on tendra vers une exhaustivité totale. Cette remarque met en outre en lumière l'importance du caractère itératif de la méthode.

En résumé, retenons donc que l'utilisation de la méthode QRA présenté dans ce document constitue une aide précieuse pour l'identification des risques mais ne garantit pas à 100 % que tous les accidents susceptibles de survenir aient bien été identifiés.

### 1. Description générale de champ de HASSI R'MEL

#### 1.1 Localisation géographique

A une distance de **550 Km** de la capitale et à **120 Km** de la Wilaya de LAGOUATE, sur une altitude d'environ **755 m** se situe la Daïra de HASSI R'MEL. Le paysage est constitué d'un vaste plateau rocailleux, concernant le climat est sec. Avec une faible pluviométrie (**117 mm** par an) et une humidité moyenne de **20%** en été et de **34%** en hiver, les températures à HASSI R'MEL varient entre **5°C** et **45°C**. La région est dominée par des vents violents qui soulèvent le sable jusqu'à **110 Km** d'altitude et réduisent la visibilité à **15 m**.

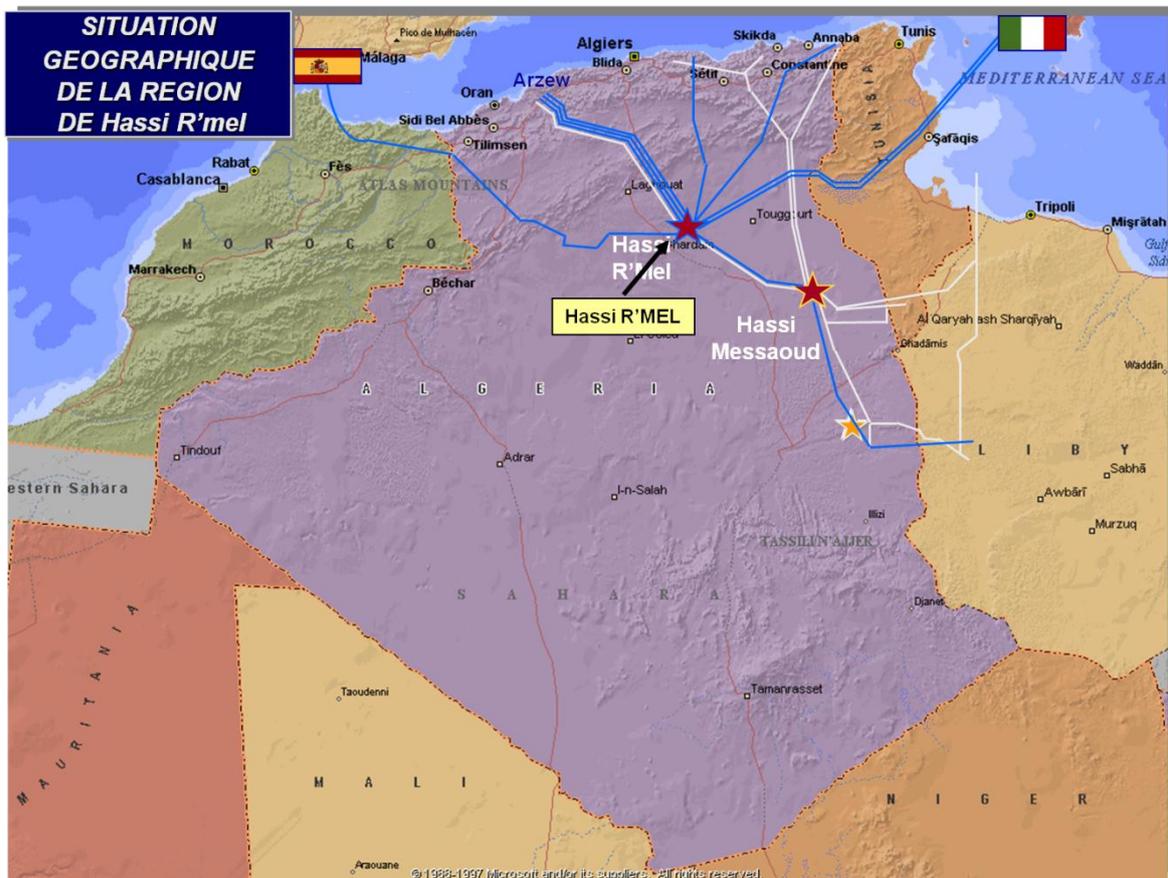


Figure N°9 : Situation géographique de la région de HASSI R'MEL

Le gisement de HASSI R'MEL est l'un des plus grands gisements de gaz à l'échelle mondiale. Il a une forme d'ellipse s'étale sur plus de **3500 km<sup>2</sup>**, **70km** du nord au sud et **50km** d'est en ouest, il se situe à une profondeur de **2200 m**, la capacité du gisement est de l'ordre de **3000** milliards mètre cubes récupérables. Le gisement de HASSI R'MEL contient les éléments suivants :

- Gaz naturel
- Gaz de pétrole liquéfié GPL (c'est un gaz sous forme liquide)
- Condensat – Gazoline – Liquide

### 1.2 le champ gazier de HASSI R'MEL

Les études du réservoir ont prouvé que le gisement de HASSI R'MEL contenait du gaz, du condensat et du GPL. Les richesses initiales étaient de **200 gr/m<sup>3</sup>** pour le condensat et **80 gr/m<sup>3</sup>** pour le GPL. (c.à.d. que pour chaque mètre cube de gaz produit en produit simultanément **200 grammes** de condensat et **80 grammes** de GPL).

Les études complémentaires du réservoir ont mis en évidence la présence de pétrole brut tout autour du gisement, mais plus particulièrement dans les parties Est et Sud du champ. On parle ainsi de présence d'anneau d'huile (Pétrole brut).

Il existe trois réservoirs :

- ✓ Réservoir A : S'étend sur tout le champ de HASSI R'MEL, son épaisseur varie sur l'ensemble du champ de 15 à 30 m.
- ✓ Réservoir B : Il est limité à la zone centrale et la zone nord du champ. Cette couche présente 13% des réserves en place.
- ✓ Réservoir C : Il s'étend sur la majeure partie du champ sauf la zone sud, c'est le plus épais des trois niveaux et le plus important.

La figure N°10 illustre la distribution des différentes unités industrielles le long du champ :

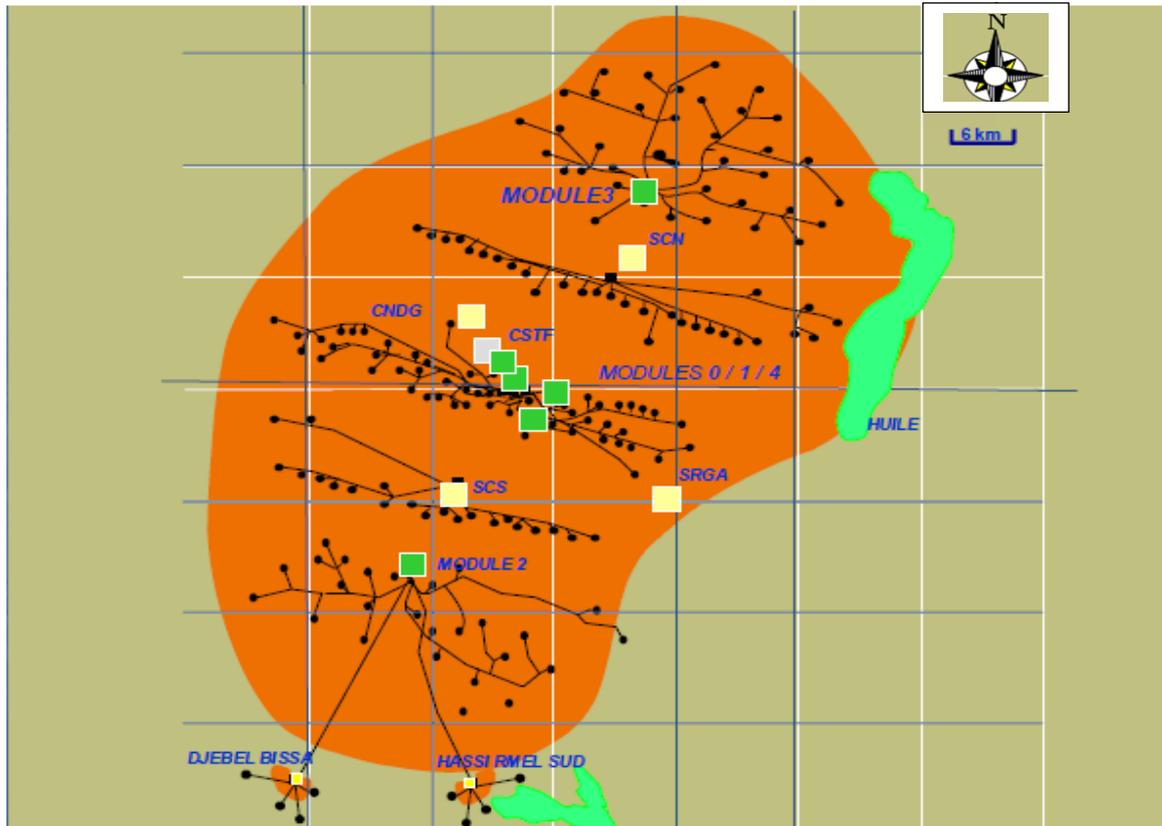


Figure N°10 : le Champ gazier de HASSI R'MEL

### 1.3 Les activités du champ de HASSI R'MEL

Le champ gazier de HASSI R'MEL est subdivisé en trois secteurs distincts :

Secteur Nord	Secteur Centre	Secteur Sud
-Unité de traitement de gaz MPP3 - Station de compression nord SCN -Station de Boosting Nord, SBN - Station de déshuilage nord - Centres de traitement d'huiles - CTH2/CTH4	-Unités de traitement de gaz MPP1/MPP0/MPP4 - Station de Boosting Centre, SBC - Centre de stockage et de transfert des fluides (CSTF) - Installations communs (Phase B) - Poste blindé 60/30 KV - Centres de traitement d'huiles CTH1/CTH3 - Station de déshuilage centre - Station de récupération des gaz associés SRGA - Station de traitement des eaux polluées STEP	-Unité de traitement de gaz MPP2 - Station de compression Sud, SCS -Station de Boosting Sud, SBS - Station de déshuilage Sud - Centre de traitement d'huiles CTH Sud - CTG Djebel bissa - CTG HASSI R'MEL sud

### 1.4 Présentation du site MPP3 :

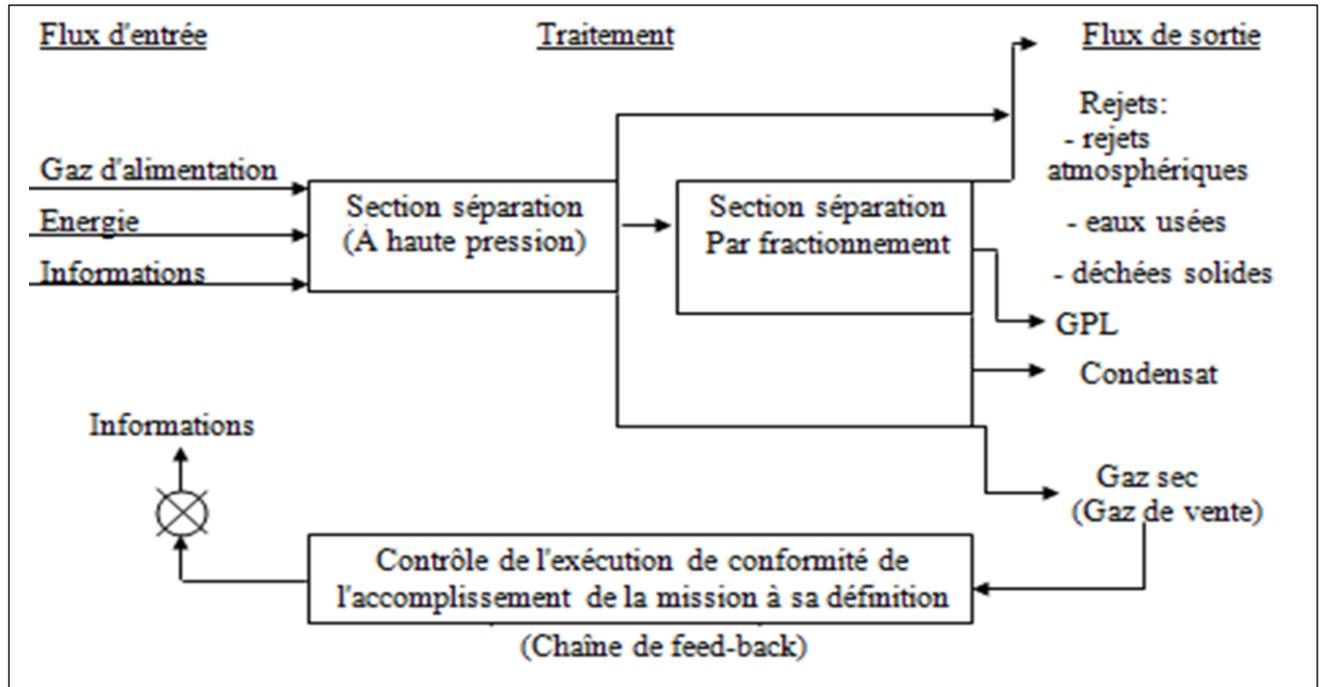
#### Généralités

Le module 3 a été construit par contrat signé entre la société nationale SONATRACH et la société Japonaise "JGC Corporation"; cette dernière assura l'étude et la réalisation de cette usine dont le démarrage eut lieu le 26/10/1980, date de début de l'exploitation officielle.

**MPP** C'est le diminutif de « Module Processing Plant » qui désigne une unité de traitement. Il est constitué d'un ensemble d'équipements conçus et réalisés pour permettre un traitement spécifique du gaz, condensat et GPL, conformément à un procédé approprié et répondant aux spécifications commerciales.

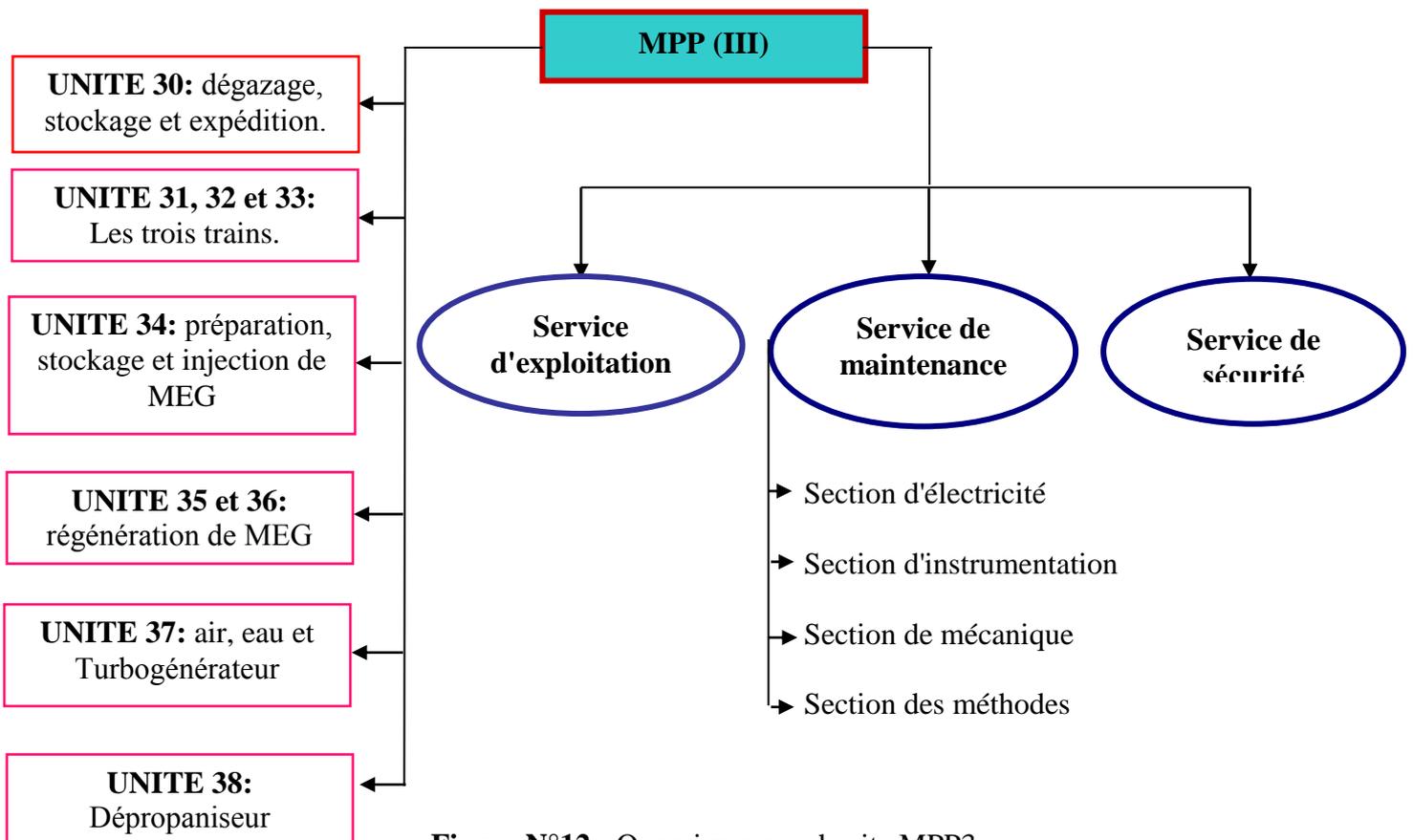
Le module 3 est une usine de traitement de gaz constituée de trois trains (A, B et C) fonctionnant en parallèle et suivant le même procédé. Chacun des trains assure la production des produits suivants : le condensat, le GPL et le gaz sec.

La figure N°11 montre une représentation simplifiée de procédé de traitement de MPP3 :



**Figure N°11 :** représentation simplifié de fonctionnement de MPP3

Le schéma N°12 montre l'organigramme de module 3 et ces unités principale qui assurent sa fonctionnement normale :



**Figure N°12 :** Organigramme du site MPP3

### 2. Données du site

La région de Hassi R'Mel se situe au centre de l'Algérie, à 550 km au sud de la capitale dans la région saharienne, Le climat dans cette région est extrême et aride avec des précipitations annuelles très faibles. En hiver, le climat va de froid a tempéré et devient très chaud en été, les températures journaliers pouvant dépasser 46°C. Les amplitudes thermiques annuelles et quotidiennes sont très marquées, ainsi ces dernières peuvent être supérieures à 35°C.[11]

#### 2.1 Données météorologiques

Pour l'estimation des effets d'accidents majeurs impliquant une fuite de gaz ou l'évaporation de vapeurs inflammables, il est nécessaire de connaître les paramètres météorologiques qui influenceront la dispersion atmosphérique de la substance. Selon les conditions météorologiques, la position des limites d'inflammabilité de la substance sera différente ainsi que les distances auxquelles sont atteintes les doses de radiations thermiques, de surpressions par rapport à la source.[11]

Les données météorologiques représentées dans ce document ont été relevées à la station de Hassi R'Mel, au sein du Wilaya de Laghouat. Les relevés, fournis par l'Office Algérien de la Météorologie (ONM), ont été enregistrées sur la période allant de l'année 1999 jusqu'à l'an 2008.

##### A. Température

Les moyennes des températures relevées de 1999 à 2008 sur le site d'Hassi R'Mel sont présentées dans le tableau N°7 :

**Tableau N°7 : Températures minimales et maximales mensuelles à Hassi R'Mel**

mois	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Minimale	1.9	4	8.2	11.6	16.6	21.6	25.2	24.2	19.7	15.2	7.3	3.5
maximale	14.1	16.6	21.8	25.4	30.7	35.9	39.7	38.5	32.8	27.4	19.1	14.7

##### B. pluviométrie

Les relevés suivant reprennent la moyenne mensuelle des précipitations (en mm d'eau). Le total annuel de précipitation est de 117 mm d'eau par an.[11]

**Tableau N°8 : Pluviométrie mensuel moyenne à Hassi R'Mel**

mois	Jan	fév	mars	avr	mai	jua	juil	out	sept	oct	nov	déc	Moyen annuel	Total annuel
Pluviométrie (en mm)	20,5	2,9	3,5	8,1	3,5	5,9	1,4	8,3	21,5	18,0	10,6	12,3	9,7	116,5
évaporation	83	115	189	246	306	364	423	381,2	271	194	111	81,5	230,4	2764,7

#### **Interprétation**

Toute la zone du Hassi R'mel y compris le MPP3 peut être classifiée comme extrêmement aride du fait des faibles précipitations (précipitation annuelle moyenne de 9.7 mm). Les mois de septembre, octobre et janvier sont en général les mois les plus humides de l'année avec une précipitation moyenne de 20 mm.

En ce qui concerne l'évaporation, le mois le plus fort est juillet avec une évaporation moyenne de l'ordre de 423 mm.

#### **C. Régime et directions des vents**

Selon les données de la station météorologique de Hassi R'mel, les vents soufflent de toutes les directions et sont particulièrement dominants selon la direction Nord. Les vitesses varient généralement entre 1 à 16 m/s, des vents forts dépassant 16 m/s peuvent souffler du Nord.[11]

Les vents calmes sont moins fréquents.

- ✓ **En janvier**, le vent dominant est de secteur nord. Le vent est calme une journée sur trois, il est faible une journée sur trois et enfin il est moyen une journée sur trois. Des vents dépassant 16 m/s peuvent souffler de la direction Nord.
- ✓ **En février**, le vent souffle de toutes les directions avec la dominance de la direction nord. Ce sont les vents de vitesse comprise entre 1 et 6 m/s qui sont les plus fréquents. Les vents forts peuvent souffler du nord, d'ouest et de sud-ouest.
- ✓ **La saison de printemps** est la saison des vents, de Mars à Mai les vents soufflent presque de toutes les directions. Durant cette saison, ce sont les vents de vitesses comprises entre 6 et 11 m/s qui sont les plus fréquents.
- ✓ **De juin à août**, c'est tout le secteur Est, Sud-est et Sud qui est dominant. Durant cette période, le vent souffle deux jours sur trois avec des vitesses de 1 à 16 m/s.
- ✓ **Au mois de septembre**, les vents dominants sont de Sud-est à Est, ils sont généralement faibles à moyens. Quelques vents de vitesses comprises entre 11 et 16m/s peuvent souffler mais rarement.

### Chapitre 3 : Application de la méthode QRA sur MPP3

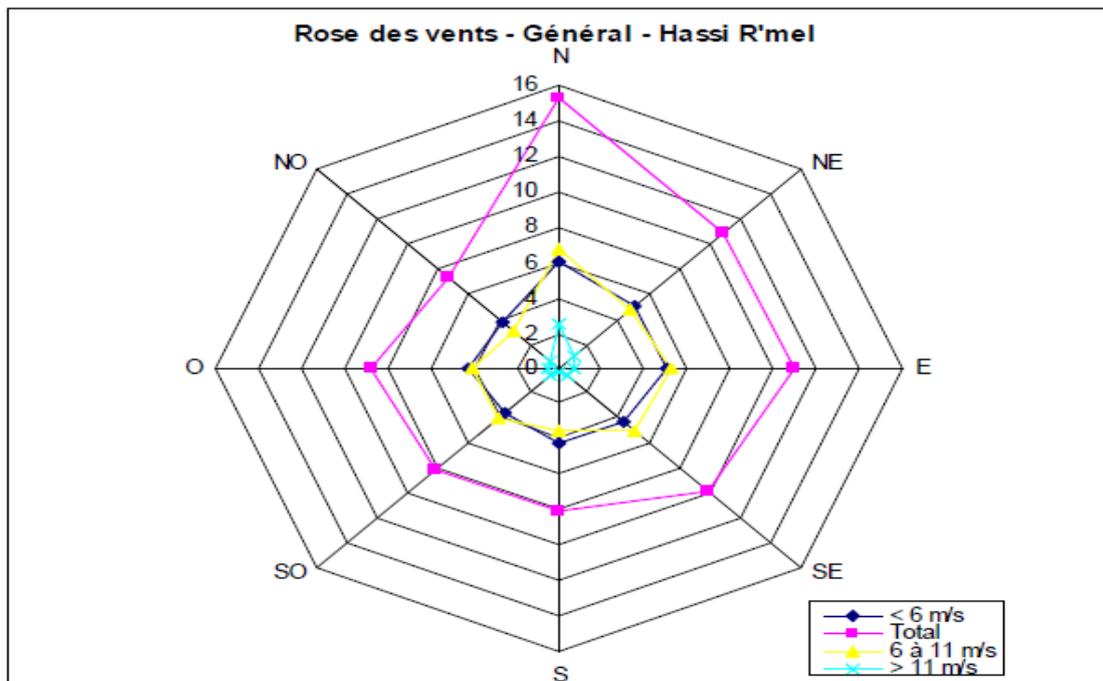
- ✓ **Au mois d'octobre**, le vent souffle de toutes les directions en particulier de la direction Est et Nord, les vents sont généralement faibles à moyens.
- ✓ **Au mois de novembre**, les vents soufflent de la direction Nord de rares vent supérieurs à 16 m/s peuvent souffler de la direction Sud-ouest.
- ✓ **Au mois de décembre**, les vents sont pratiquement absents suivant les quadrants Sud-ouest, Sud et Sud-est, les vents sont généralement faibles à moyens.

Le tableau N°9 développe la répartition des vents en fonction de leur direction :

**Tableau N°9 : Distribution moyenne des vents à Hassi R'mel**

Directions des vents								
% vents	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 à 6 m/s	6	5	5	4.25	4.25	3.5	4.25	3.75
6 à 11 m/s	6.75	4.75	5.25	5	3.5	4	4	3
> à 11 m/s	2.5	1	0.75	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5
Total	15.25	10.75	11	9.75	8	8	8.75	7.25

La rose des vents présentée ci-dessous reprend la distribution moyenne des vents durant toute l'année en dehors des vents calmes qui représentent 22%.



**Figure N°13: Rose des vents – Répartition annuelle**

### **D. Classes de stabilité**

Le logiciel de la simulation Phast Risk 6.51 qu'on a utilisé dans cette étude possède des classes de stabilité de l'air avec des vitesses des vents.

La stabilité atmosphérique est souvent décrite à l'aide de l'échelle de Pasquill. On distingue ainsi 6 classes de stabilité allant des atmosphères très instables (A, B), aux atmosphères très stables (E, F), en passant par des atmosphères neutres (C, D).

**Tableau N°10:** Définition des classes de stabilité Pasquill

classe	stabilité	commentaire
A	Très instable	Ensoleillé et vent faible
B	Instable	Semblable à A avec moins de soleil ou plus de vent
C	Modérément instable	Nuageux et assez venteux ou ensoleillé et vent faible
D	Neutre	Peu de soleil et vent fort ou temps couvert/nuit
E	Modérément stable	Semblable à D avec ciel moins couvert et nuit moins venteuse
F	stable	Nuit avec ciel modérément nuageux et vent faible/modéré

Dans cette étude QRA on a travaillé avec un classe se stabilité catégorie D qui représente la moyen des vitesses du vent qui est le cas le plus crédible et très proche de la réalité durant toute l'année avec la répartition sur les différentes directions de vent.

### **2.2 Distribution de la population**

La population fera l'objet de cette étude QRA que cette carte ci-dessous illustre l'ensemble de personnel qui se trouve à l'intérieur et à l'extérieur de MPP3.

Le nombre d'habitants est indiqué dans les tableaux N°11, N°12 :

#### **1. à l'intérieur du site**

**Tableau N°11:** le nombre d'habitant par groupe de travail à l'intérieur de MPP3

Groupes de travail	jour		nuit	
	interne	externe	Interne	externe
1. Poste de garde	2	0	1	0
2. Bloc sécurité	8	2	2	0
3. Salle de contrôle	16	4	7	0
4. Bloc maintenance	14	7	2	0
5. Hébergement	0	6	6	0

#### **2. à l'extérieur du site**

**Tableau N°12:** le nombre d'habitant par groupe de travail à l'extérieur de MPP3

population	jour		nuit	
	interne	externe	interne	externe
DSP	6	4	10	0
Base de vie	2	18	18	2
campement militaire	300	0	300	0
SONELGAZ	60	0	20	0

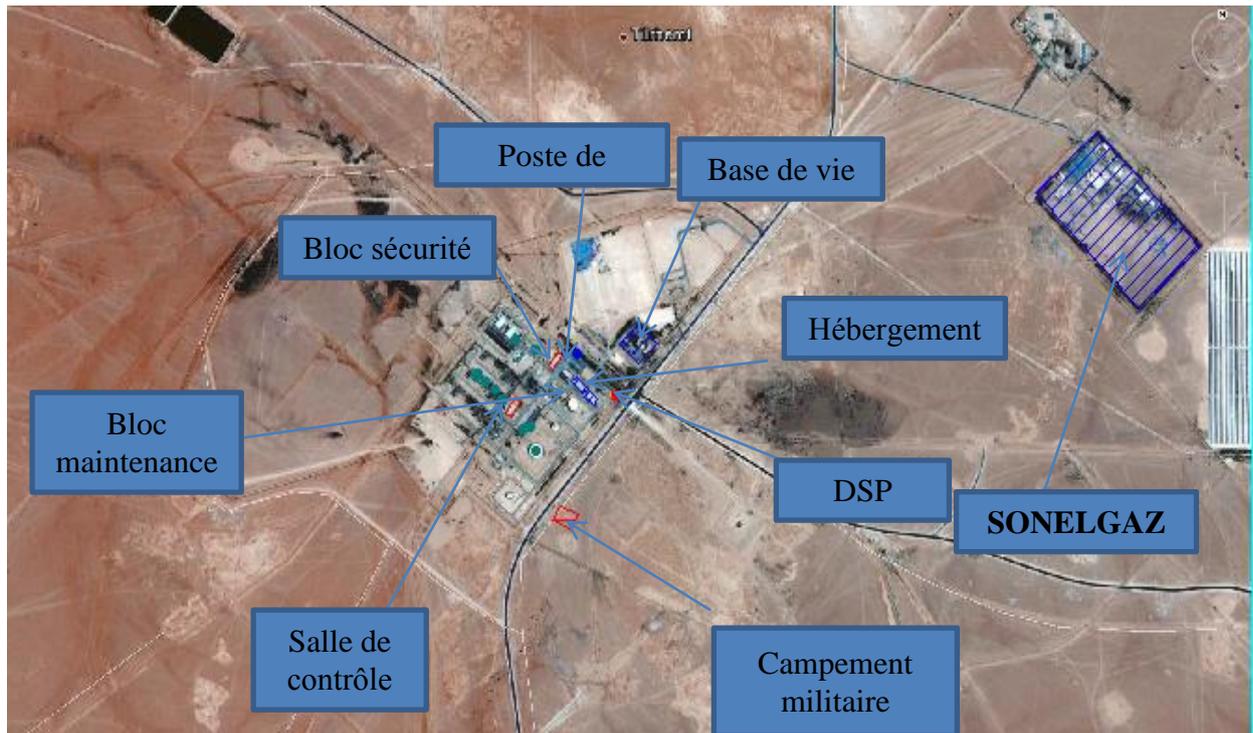


Figure N°14 : Population externe autour du site MPP3

### 2.3 Sources d'ignition

Les hypothèses sur le choix des probabilités d'ignition sont les suivantes :

- ✓ La probabilité d'ignition immédiate est basée sur le taux de décharge et sur les caractéristiques du produit relâché ;
- ✓ La probabilité d'ignition retardée est basée sur les sources d'ignition existantes sur site.

Les sources d'ignition ont été identifiées et introduites dans le modèle.

Le tableau N°13 est utilisé pour déterminer les probabilités d'ignition immédiate, basé sur la décharge et la substance.

Tableau N°13: Probabilité d'ignition immédiate basée sur le taux de décharge et la Réactivité de la substance

décharge		substance		
Continu	Instantané	Liquide inflammable (point d'éclair <21°C)	Gaz, peu de réactivité	Gaz, moyenne/haute réactivité
<10kg/s	<1000 kg	0.065	0.02	0.2
10-100 kg/s	1000-10000 kg	0.065	0.04	0.5
>100 kg/s	> 10000 kg	0.065	0.09	0.7

Source : Purple Book

Pour la détermination de la probabilité d'ignition retardée, il faut d'abord identifier les sources d'ignition (sur site et hors site).

Ce tableau récapitule les données existantes dans le logiciel Phast Risk et utiliser dans notre étude de QRA.

**Tableau N°14:** Probabilités d'ignition pour différentes sources d'ignition (exposition de 60 secondes)

Type de sources	Sources d'ignition	Probabilité d'ignition basée sur une exposition de 60 secondes
Point	Torche	1
	Turbines	1
	Fours (extérieur)	0,9
	Four (intérieur)	0,45
	Boiler (extérieur)	0,45
	Boiler (intérieur)	0,23
ligne	Câble haut tension (100m)	0,2
	Trafic	/
population	Maison	0,01
	bureau	0,01

Source: Bevi Reference Manual Bevi Risk Assessments

### **3. Identification des dangers et développement des scénarios d'accident**

La première étape dans une étude QRA consiste à identifier tous les scénarios potentiels qui peuvent nous amener à des conséquences graves soit sur l'installation elle-même ou sur le personnel interne ou externe du site industriel et cela est relative à la gravité de l'accident engendré par le scénario et sa probabilité d'occurrence.

#### **3.1 Identification des dangers**

En 2009/2010 Une analyse de risque de module 3 (MPP3) dans le cadre de l'étude de danger a été effectuée, utilisant la méthodologie Hazop (Hazard and Operability study).

Cette étude elle m'a permis de dresser une liste reprenant tous les accidents majeurs relatifs au module MPP3, incluant toutes les mesures de prévention et de protection mise en place.[12]

Les facteurs clés dans la définition des scénarios sont :

- Le type de produit / phase relâché (gaz, liquide pressurisé, liquide cryogénique, etc.).
- Conditions à la brèche (l'inventaire, le débit d'alimentation, etc.).
- Conditions de procédé (la température et la pression).
- Localisation de la fuite (la zone, hauteur de fuite).
- Les moyens d'isolation (par SDV/ESD).

### 3.2 Définition des scénarios

Les scénarios repris dans ce tableau seront considérés dans la suite ce document comme des scénarios d'accidents majeurs.

**Tableau N°15:** liste des scénarios d'accidents majeur dans MPP3

<b>Scénario N°</b>	<b>Défaillance générique</b>	<b>Equipement représentatif</b>
<b>1</b>	Défaillance d'un séparateur gaz / liquide	D101A/B D401
<b>2</b>	Défaillance d'une ligne de condensat	Ligne issue du boosting Ligne d'expédition
<b>3</b>	Défaillance d'une ligne de gaz	Ligne issue du boosting Ligne d'expédition
<b>4</b>	Défaillance d'un four	H101/H102/H801
<b>5</b>	Défaillance d'un dééthaniseur	C101
<b>6</b>	Défaillance d'un débutaniseur	C102
<b>7</b>	Défaillance d'un dépropaniseur	C801
<b>8</b>	Défaillance d'un bac de stockage de condensat	T001A
<b>9</b>	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	T002
<b>10</b>	Défaillance d'un ballon de GPL	D005
<b>11</b>	Défaillance d'une ligne de GPL	Ligne d'expédition
<b>12</b>	Défaillance d'un ballon de gaz	D001
<b>13</b>	Défaillance de collecteur d'entrée	/
<b>14</b>	Défaillance d'un séparateur gaz/liquide de SBN	/

Dans la modélisation on a considéré deux tailles de fuites pour toutes les sections contenant l'équipement de procédé ou des lignes:

- Rupture guillotine (basé sur la taille représentative des lignes dans chaque section)
- Fuite large - 75 mm (3") diamètre équivalent

### 3.3 Développement des scénarios

#### Scénario N°1 : Défaillance d'un séparateur gaz / liquide

Le site comporte une multitude de séparateurs gaz/liquide ou même tri phasiques. Afin de les représenter, les séparateurs D101 A/B et D401 seront étudiées en raison respectivement de la pression élevée et du volume le plus important.

**Tableau N°16** : caractéristiques des séparateurs D101A/B, D104

équipement	caractéristiques				Fréquence de défaillance
	Substance	T service (°C)	P service (barg)	Volume (m <sup>3</sup> )	
D101 A/B	Gaz/condensat	49	142	80,8	/
rupture	/	/	/	/	$18,4 \cdot 10^{-3}$
Grande fuite	/	/	/	/	$1,4 \cdot 10^{-3}$
D104	Gaz/condensat	-25	5,9	130,3	/
rupture	/	/	/	/	$8,1 \cdot 10^{-4}$
Grande fuite	/	/	/	/	$1,4 \cdot 10^{-3}$

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée des séparateurs. Les fuites seront également étudiées (fuite de taille 75 mm). Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures liquides (C<sub>5+</sub>) et gazeux.

#### Scénario N°2 : défaillance d'une ligne de condensat

Le site comporte une multitude de lignes de condensat. Pour étudier ce scénario en détails, la ligne majorante est choisie afin de représenter l'ensemble des lignes. Les critères de sélection principaux sont la longueur, le diamètre, la pression et le débit de la ligne.

Pour le scénario de ligne de condensat, la sélection se porte sur la ligne reliant la station de boosting au module, du fait de la haute pression, et la ligne d'expédition en raison de son débit et du volume de cette dernière.

**Tableau N°17 : caractéristiques des deux lignes de condensat**

caractéristiques	Ligne issue de boosting	Ligne d'expédition
Substance	Condensat	Condensat
T de service (°C)	65	49
P de service (barg)	77,9	12,9
Longueur (m)	500	500
Diamètre (")	8	14
Débit (t/h)	85,35	163,8
Prob de défaillance	/	/
Rupture	$1,6.10^{-4}$	$1,6.10^{-4}$
Grande fuite	$1,8.10^{-4}$	$1,8.10^{-4}$

Pour les caractéristiques du modèle, une température opératoire égale à la température de service de 65°C et la pression égale à la pression de service de 77.9 barg.

La masse est calculée en deux parties :

- La masse contenue dans la ligne : avec un diamètre de 8'' et une longueur de 500 mètres, le volume calculé dans la ligne est de 16.2 m<sup>3</sup>. Avec une densité de 631.5 kg/m<sup>3</sup>, la masse obtenue est de 10240 kg.

Le temps de fuite est pris égal à 10 min. La masse débitée en 10 minutes est de 21339 kg (celle qu'on va utiliser dans la modélisation) avec le débit cité dans le tableau précédent (85,35 t/h).

#### **Scénario N°3 : Défaillance d'une ligne de gaz**

Pour le scénario de ligne de gaz, la sélection se porte sur la ligne de boosting alimentant le ballon de distribution, du fait de la très haute pression régnant dans la ligne ainsi que la ligne d'expédition de gaz de vente en raison du débit élevé, cas majorants et représentatifs de toutes les autres lignes.

Le tableau N°18 représente les différentes caractéristiques de la ligne du gaz et les autres données qu'on a permis la réalisation de ce scénario sur le logiciel phast risk.

**Tableau N°18 : caractéristiques de la ligne du gaz MPP3**

caractéristiques	Ligne issue de boosting	Ligne d'expédition
Substance	Gaz	Gaz
T de service (°C)	65	54
P de service (barg)	102,8	72,8
Longueur (m)	80	25
Diamètre (")	36	42
Débit 5(t/h)	211,9	617,9
Prob de défaillance	/	/
Rupture	$7,6.10^{-2}$	$7,6.10^{-2}$
Grande fuite	$8,11.10^{-2}$	$8,11.10^{-2}$

#### **Ligne issue de boosting :**

La masse débitée après la fuite : le débit est de 211.9 tonnes de gaz par heure. Cela équivaut à un débit de 59 kg/s. Vu les moyens de protection installés, on considère un temps de fuite égal à 10 min. On obtient dès lors une masse débitée de 35317 kg.

- La masse utilisée dans le modèle sera de 35317 kg.

#### **La Ligne d'expédition :**

La masse débitée après la fuite : le débit est de 617.9 tonnes de gaz par heure. Cela équivaut à un débit de 172 kg/s. Vu les moyens de protection installés, on considère un temps de fuite égal à 10 min. On obtient dès lors une masse débitée de 102983 kg.

- La masse utilisée dans le modèle sera de 102983 kg.
- Le scénario est une rupture de ligne avec le temps de fuite ajusté à 10 minutes.
- La hauteur de libération a été estimée à 1 mètre.
- La direction de libération est horizontale.

#### **Scénario N°4 : Défaillance d'un four**

L'équipement étudié est un rebouilleur de colonne. Celui-ci se présente sous la forme d'un four dans lequel du fuel gaz est brûlé pour réchauffer le liquide en pied de colonne et passant dans un serpentin. Le four permet de réchauffer le liquide en pied jusqu'à une température de 237°C avant de le renvoyer vers la colonne.

**Tableau N°19** : caractéristiques du four H101, MPP3

équipement	caractéristiques				Fréquence de défaillance
	Substance	T service (°C)	P service (barg)	Volume (m <sup>3</sup> )	
Rebouilleur H101	condensat	268	27,4	19	/
rupture	/	/	/	/	7.10 <sup>-4</sup>

Le four retenu pour la quantification des effets est le rebouilleur du dééthaniseur H101 par son volume et sa pression plus élevée.

Les brûleurs du four sont alimentés en fuel gaz par des lignes 2’’ piquant sur un collecteur 6’’. Ils sont également alimentés par des lignes ½’’ piquant sur des lignes 2 pour les flammes pilotes. L’alimentation en huile se fait par des lignes de 6’’ qui sont connectées à l’entrée et à la sortie à des lignes de 14 puis 12’’.

#### **Description de l’évènement redouté :**

L’évènement redouté est une explosion interne consécutive à un arrêt de flamme au niveau des brûleurs. En cas d’arrêt de flamme, le gaz s’accumulant dans la zone de combustion et dans la cheminée peut s’allumer suite à un point chaud, un rallumage tardif des brûleurs/pilotes, etc. En plus des effets de surpression, cet événement peut causer une boule de feu.

#### **Insertion du scénario sur phast risk :**

La modélisation est réalisée par le modèle d’explosion Multi Energie. Le degré de confinement choisi est maximal (zone complètement confinée) soit 10 et le volume de la chambre de combustion est de 19 m<sup>3</sup>. La pression de gaz dans l’enceinte est considérée atmosphérique. La substance utilisée est le méthane, composé majoritaire du fuel gaz. La masse de gaz est calculée sur base du volume du four, de la densité du gaz et de la concentration stœchiométrique.

#### **Scénario N°5 : Défaillance d’un dééthaniseur**

##### **Description de l’équipement**

Chaque train comprend un dééthaniseur (C101). Son principe de fonctionnement est similaire à celui d’une colonne à distiller classique. Le dééthaniseur permet de récolter le gaz en tête (méthane et éthane) et le condensat en pied (C<sub>3+</sub>). Le rebouillage est assuré par un four (H101).

Le reflux passe quant à lui par un échangeur de chaleur intégré au procédé (E106) et un ballon de séparation (D107). Une pompe permet de faire circuler le reflux du ballon vers la colonne (P103 A/B) et une autre le condensat du pied au four (P101 A/B). Les liquides (hydrocarbures, glycol) descendant des plateaux supérieurs du dééthaniseur C101 s'accumulent dans le plateau fixe, puis s'écoulent vers le séparateur D106 pour y être séparés.

Les hydrocarbures liquides ainsi récupérés retournent via la pompe P102 dans le dééthaniseur.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises au tableau N°20.

**Tableau N°20 : caractéristiques de dééthaniseur MPP3**

Equipement C101	caractéristiques				Fréquence de défaillance
	Substance	T service tête/fond (°C)	P service (barg)	Volume (m <sup>3</sup> )	
substance	Gaz/condensat	1/190	127,4	173,5	/
rupture	/	/	/	/	$3.10^{-4}$
Grande fuite	/	/	/	/	$4,4.10^{-4}$

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée de la colonne. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures liquides (C<sub>5+</sub>) en fond et gazeux en tête.

Autre évènement prise dans la modélisation c'est d'avoir une grande fuite au niveau des lignes de connexion en tête et en bas de la colonne.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- feu de flaque,
- explosion retardée
- (VCE),
- feu flash,
- boule de feu et un feu chalumeau.

### Scénario N°6 : Défaillance d'un débutaniseur

#### Description de l'équipement

Chaque train comprend un débutaniseur (C102). Son principe de fonctionnement est similaire à celui d'une colonne à distiller classique. Le débutaniseur permet de récolter le gaz en tête (propane et butane) et le condensat en pied (C<sub>5+</sub>). Le rebouillage est assuré par un four (H102). Le reflux passe quant à lui par un aéroréfrigérant (E108) et un ballon de séparation (D108). Une pompe permet de faire circuler le reflux du ballon vers la colonne.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises au tableau N°21.

**Tableau N°21:** caractéristiques de dééthaniseur MPP3

équipement	caractéristiques				Fréquence de défaillance
	Substance	T service tête/fond (°C)	P service (barg)	Volume (m <sup>3</sup> )	
C101	Gaz/condensat	75,2/219	13,4	186	/
rupture	/	/	/	/	1,15.10 <sup>-4</sup>
Grande fuite	/	/	/	/	2.10 <sup>-4</sup>

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée de la colonne. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures liquides (C<sub>5+</sub>) en fond et gazeux en tête.

Autre évènement prise dans la modélisation c'est d'avoir une grande fuite au niveau des lignes de connexion en tête et en bas de la colonne.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- feu de flaque,
- explosion retardée
- (VCE),
- feu flash,
- boule de feu et un feu chalumeau.

### Scénario N°7 : Défaillance d'un dépropaniseur

#### Description de l'équipement

Le site comporte un seul dépropaniseur (C801). Son principe de fonctionnement est similaire à celui d'une colonne à distiller classique. Le dépropaniseur permet de récolter le gaz en tête (propane) et le condensat en pied (C<sub>4</sub>). Le rebouillage est assuré par un four (H801). Le reflux passe quant à lui par un aëroréfrigérant (E801) et un ballon de séparation (D801). Une pompe permet de faire circuler le reflux du ballon vers la colonne.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises au tableau N°22.

**Tableau N°22:** caractéristiques de dépropaniseur MPP3

équipement	caractéristiques				Fréquence de défaillance
	Substance	T service tête/fond (°C)	P service (barg)	Volume (m <sup>3</sup> )	
C101	Gaz/condensat	59,3/110	20	84	/
rupture	/	/	/	/	1,28.10 <sup>-5</sup>
Grande fuite	/	/	/	/	2,2.10 <sup>-5</sup>

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée de la colonne. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures liquides (C<sub>4</sub>) en fond et gazeux en tête.

Autre évènement prise dans la modélisation c'est d'avoir une grande fuite au niveau des lignes de connexion en tête et en bas de la colonne.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- feu de flaque,
- explosion retardée
- (VCE),
- feu flash,
- boule de feu et un feu chalumeau.

### Scénario N°8 : Défaillance d'un bac de stockage de condensat

#### Description de l'équipement

Le site comporte deux bacs de stockage de condensat stabilisé à toit fixe (T001A, T001B).

Tous les bacs sont équipés d'une cuvette de rétention. Les murs de rétention sont construits en utilisant du sable compact.

Les bacs de condensat opèrent à température ambiante et à pression atmosphérique.

Les caractéristiques des bacs sont reprises au tableau N°23.

**Tableau N°23:** caractéristiques des deux bacs de stockage de condensat MPP3

caractéristiques	Bac T001A	Bac T001B
Substance	condensat	condensat
T de service (°C)	0	0
P de service (barg)	73,6	73,6
hauteur (m)	15,5	15,8
Diamètre (m)	43,2	18,5
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	685	685
Volume (m <sup>3</sup> )	22462	4000
Prob de défaillance	/	/
Rupture	$2.10^{-5}$	$2.10^{-5}$
Grande fuite	$4,4.10^{-4}$	$4,4.10^{-4}$

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée du bac de condensat. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures liquides (C5+).

Autre évènement prise dans la modélisation c'est d'avoir une grande fuite au niveau du bac.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- un feu de flaque en cas d'ignition de la flaque
- une explosion retardée (VCE)
- un feu flash suite à l'évaporation de la flaque et à une ignition retardée.

Le Boilover du bac est également envisagé. Le Boilover est un effet secondaire survenant en cas de feu de bac. La possibilité de survenance du phénomène de Boilover est conditionnée par trois paramètres :

- ✓ La présence d'eau en fond du bac de stockage étudié
- ✓ Une viscosité du liquide stocké suffisamment élevée
- ✓ Un feu apportant une énergie thermique au bac

#### **Scénario N°9** : Défaillance d'une sphère de stockage de GPL

##### **Description de l'équipement**

Le site comporte une seule sphère de stockage de GPL (T002).

La sphère de GPL réceptionne le GPL produit des trains de séparation et le stocke. Le GPL est ensuite expédié vers le CSTF.

Les caractéristiques de la sphère sont reprises dans le tableau N°24.

**Tableau N°24:** caractéristiques De la sphère de stockage de GPL MPP3

caractéristiques	T002
Substance	GPL
T de service (°C)	21
P de service (barg)	5,34
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	535
Volume (m <sup>3</sup> )	7170
Prob de défaillance	/
Rupture	$6,4.10^{-7}$
Grande fuite	$1,1.10^{-6}$

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée de la sphère. Le scénario étudié est donc la mise à l'atmosphère quasi instantanée d'un gaz liquéfié stocké au-dessus de sa température d'ébullition. Le phénomène qui en découlera est connu sous le nom de BLEVE.

Dans l'insertion du scénario La sphère est supposée en phase d'attente entre l'alimentation et l'expédition. Ainsi, la sphère est considérée pleine et l'alimentation coupée.

### **Scénario N°10** : Défaillance d'un ballon de GPL

L'équipement représentatif pour ce scénario est le ballon D005 pour sa pression et son volume.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises dans le tableau N°25:

**Tableau N°25:** caractéristiques du ballon de GPL MPP3

caractéristiques	D005
Substance	GPL
T de service (°C)	57,6
P de service (barg)	13,8
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	475
Volume (m <sup>3</sup> )	83,5
Prob de défaillance	/
Rupture	$2,56.10^{-5}$
Grande fuite	$4,4.10^{-5}$

Les événements redoutés sont la rupture catastrophique du ballon et une grande fuite. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante de GPL.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- un feu de chalumeau,
- un BLEVE,
- une boule de feu,
- une explosion retardée (VCE)

### **Scénario N°11** : Défaillance d'une ligne de GPL

#### **Description de l'équipement**

Le site comporte une multitude de lignes de GPL. Pour étudier ce scénario en détails, la ligne majorante est choisie afin de représenter l'ensemble des lignes. Les critères de sélection principaux sont la longueur, le diamètre, la pression et le débit de la ligne.

Pour le scénario de ligne de GPL, la sélection se porte sur la ligne d'expédition, du fait de la haute pression régnant dans la ligne, de son volume et de son débit importants.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises dans le tableau N°26 :

**Tableau N°26:** caractéristiques d'une ligne d'expédition de GPL MPP3

caractéristiques	Ligne d'expédition
Substance	GPL
T de service (°C)	57,6
P de service (barg)	28,5
Longueur (m)	350
Diamètre (")	8
Débit (t/h)	111,2
Prob de défaillance	/
Rupture	$4,74.10^{-4}$
Grande fuite	$8,51.10^{-4}$

Les événements redoutés sont une rupture complète et instantanée de la ligne ou bien une grande fuite. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante de gaz liquéfié.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- Une explosion retardée (VCE),
- un feu flash,
- un feu de flaque et un feu chalumeau.

#### **Scénario N°12 :** Défaillance d'un ballon de gaz

##### **Description de l'équipement**

Ce scénario étudie la défaillance d'un ballon de gaz, L'équipement représentatif pour ce scénario est les ballons D001, le ballon de distribution en raison de leur pression et le ballon d'aspiration du compresseur D008 sur base de son volume élevé.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises dans le tableau N°27 :

**Tableau N°27:** caractéristiques d'un ballon du gaz D001 MPP3

caractéristiques	Ligne d'expédition
Substance	Gaz
T de service (°C)	65
P de service (barg)	142,8
Volume (m <sup>3</sup> )	350
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	8
Prob de défaillance	/
Rupture	$4,45.10^{-3}$
Grande fuite	$5.10^{-4}$

Les événements redoutés sont une rupture complète et instantanée du ballon ou bien une grande fuite. Le scénario étudié est donc la perte de confinement d'une quantité importante de gaz sous pression.

Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- un feu de chalumeau,
- une boule de feu,
- une explosion retardée (VCE) et un feu flash.

#### **Scénario N°13 :** Défaillance d'un collecteur d'entrée de gaz (manifold)

##### **Description de l'équipement**

Le manifold est un collecteur de plusieurs ligne issue des puits, il sert a envoyé le produit vers la section boosting pour augmenter sa pression avant la rentrée dans la chaine de traitement.

Les caractéristiques de l'équipement sont reprises dans le tableau N°28 :

**Tableau N°28:** caractéristiques du collecteur d'entrée MPP3

caractéristiques	collecteur
Substance	Gaz
T de service (°C)	50
P de service (barg)	54
Longueur (m)	20
Diamètre (")	36
Débit (t/h)	211,9
Prob de défaillance	/
Rupture	$1,6.10^{-4}$
Grande fuite	$1,8.10^{-4}$

**Scénario N°14 :** Défaillance d'un séparateur gaz/liquide de SBN

### Description de l'équipement

Le scénario et l'équipement est identique avec celle de scénario N°1, sauf que dans les caractéristiques la pression de service de ce scénario est : 54 barg

## 4. Analyse des fréquences

### 4.1 Ignition et Probabilité d'explosion

Les sources d'ignition sur le site MPP3 et dans les environs sont présentées sur la figure et spécifiées dans le tableau ci-dessous. Toutes les probabilités sont applicables pour une période de 60s (durée de passage de nuage inflammable).

Il est à noter que la population externe prise en considération comme source d'ignition en PHAST Risk.

**Tableau N°29 :** Probabilités d'ignition pour les sources d'ignition du site MPP3

Source d'ignition	Probabilité d'ignition
Torches	1
Fours	0,45
Sale de contrôle	0,03
Bloc sécurité	0,03
Bloc maintenance	0,03
Turbines	1
Lignes électriques à haut tension	20/100m

La figure N°15 représente les sources d'ignition existantes dans le MPP3 et utilisé dans l'étude.

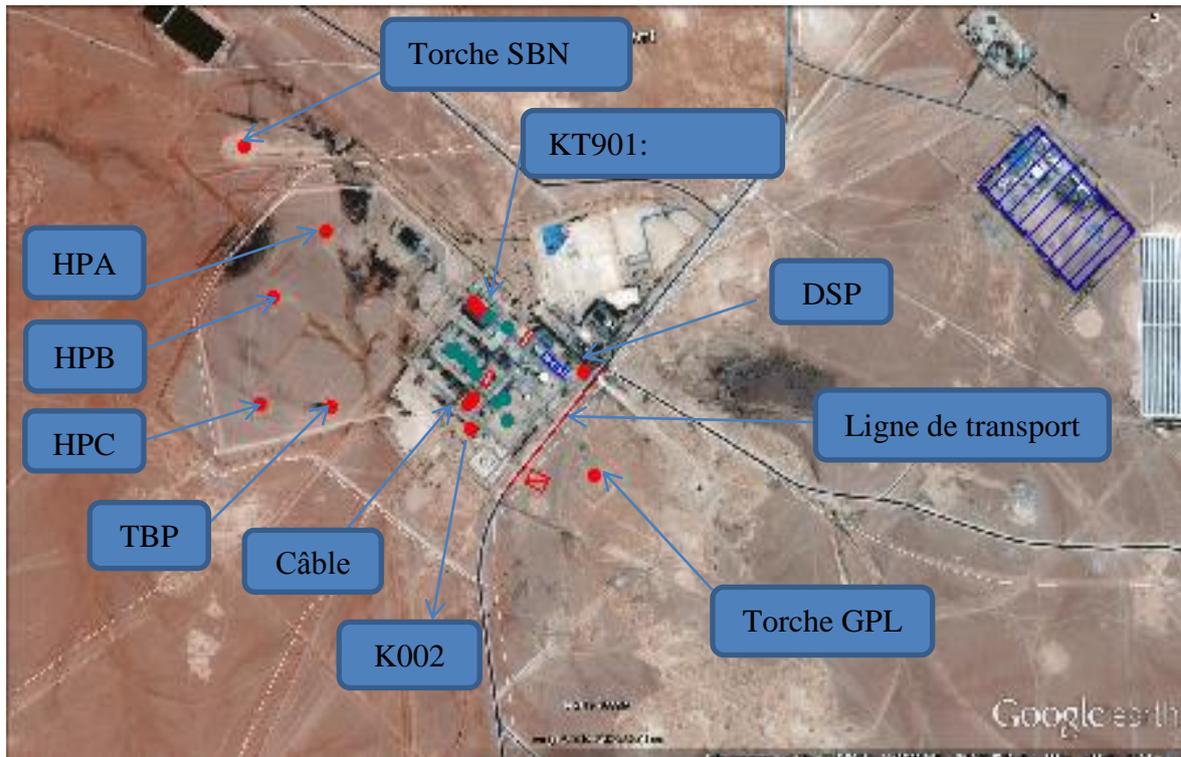


Figure N°15 : sources d'ignition existant au sein de MPP3

### 4.2 Seuils d'Impact

Dans le cadre de cette étude, le calcul de risque pour les personnes est basé sur des seuils d'effets létaux utilisés mondialement pour le calcul des risques externes. Ces seuils sont définis suivant la durée et l'intensité de l'exposition aux effets radiatifs, de surpression ou d'éventuels impacts toxiques. [11]

Pour les feux,

- on utilise un taux de létalité de 100% à partir d'un niveau de radiation de 35 KW/m<sup>2</sup>.
- Une valeur de 10 KW/m<sup>2</sup> correspond à 1% létalité pour des personnes situées à l'extérieur.
- De manière conservative, on suppose que la probabilité de létalité est de 100% pour un individu situé dans le nuage inflammable défini par la LII en cas de feu flash (sans faire la distinction entre les personnes qui se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur du site).

✓ La fonction Probit suivante est utilisée pour les effets radiatifs :

$$Y = -36,25 + 2,56 \ln(D) \text{ avec : } D = Q^{4/3} * t$$

- Pour les effets de surpression, les taux de létalité sont définis par les seuils de 100 et 300 mbar (valeurs utilisées aux Pays-Bas et par défaut dans PHAST Risk).
- A partir de 300 mbar, on considère 100% de létalité, en dessous de 100 mbar, 0% de létalité.
- Entre 100 et 300 mbar, le taux de létalité dépend de la localisation des personnes exposées (c'est-à-dire, si elles se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur du site).

Les différentes valeurs utilisées dans notre étude sont renseignées dans le tableau N°30 :

**Tableau N°30 : Taux de fatalité vis-à-vis du niveau de radiation et de surpression**

dangers	Niveau d'impact	Risque individuel	Taux de létalité (population externe)	Taux de létalité (population interne)
Feu de chalumeau	>37.5kW/m <sup>2</sup> < 37.5kW/m <sup>2</sup>	1 Plétal (basé sur probit)	1 0.14 Plétal	1 0
Feu de flash	nuage à LII	1	1	1
explosion	>300 mbar	1	1	1
	100-300 mbar	0	0	0,25
	<100 mbar	0	0	0
Boule de feu	Rayon >37.5kW/m <sup>2</sup> < 37.5kW/m <sup>2</sup>	1	1	1
		Plétal (basé sur probit)	1 0.14 Plétal	1 0

## 5. analyse des conséquences

L'analyse des conséquences consiste à évaluer les différentes évolutions possibles des scénarios retenus et à modéliser leurs impacts à l'aide du logiciel PHAST Risk (version 6.51). Le programme de calcul PHAST simule la perte de confinement de la substance dangereuse (termes source : débit à la brèche, état physique du rejet, conditions de service... etc.), puis son évolution (formation d'un nuage, ...) et enfin les phénomènes dangereux associés (feu chalumeau, boule de feu, explosion, ...etc.).

1. Les événements avec ignition immédiate sont : feu chalumeau, feu de flaque et boule de feu
  - Le feu de chalumeau est modélisé horizontalement dans chaque cas (approche conservative).
  - Toutes les décharges instantanées ou très rapides (< 20s) sont modélisées comme boule de feu.
  - Les autres décharges (en cas d'ignition immédiate) sont modélisées comme feu chalumeau.
2. Evénements avec ignition retardée (feu flash et VCE) :
  - Les nuages de vapeurs inflammables sont superposés sur une grille définie dans PHAST Risk selon la rose de vent. Pour chaque décharge et chaque direction de vent, le modèle détermine la probabilité d'ignition basée sur l'input des sources d'ignition (troches, bâtiments de contrôles, routes,...). En cas d'ignition, on considère une probabilité d'apparition de feu flash de 60% et de VCE de 40%.
  - La portée du feu flash se limite à la distance à laquelle se trouve la LII (limite inférieure d'inflammabilité).
  - L'enveloppe du nuage inflammable pour l'explosion est aussi limitée au LII (limite inférieure d'inflammabilité) comme pour les feux flash.

### **6. présentation du logiciel phast risk**

#### **Définition**

PHAST RISK est de loin l'outil le plus avancé pour la quantification des risques des industries de procédés. Il est conçu pour réaliser dans un cadre de travail structuré tous les éléments d'une évaluation quantitative du risque (QRA) tels que les calculs, les traitements de données et la présentation de résultats.

PHAST RISK analyse les conséquences complexes des scénarios accidentels prenant en compte les populations locales, l'occupation des sols et les conditions météorologiques pour quantifier les risques associés aux fuites de produits chimiques dangereux. Et incorpore la modélisation des conséquences de PHAST qui est lui-même un logiciel de référence dans l'industrie.

#### **Caractéristiques de PHAST RISK:**

- Modélisation de dispersion intégrée.
- Gamme large de modèles d'effets inflammables et toxiques.
- Intègre courbes de niveau de risque et courbes FN (fréquences-décès).
- Hiérarchisation du risque de scénarios de défaillance.
- Définition des sources d'ignition et des données de population.

#### **Avantages :**

- Facilite la réduction des coûts en termes de pertes et d'assurances.
- Hiérarchise les risques et identifie les zones dangereuses pour faciliter de possibles réductions des risques.
- Fournit une traçabilité et une uniformité dans les calculs.
- Génère des courbes FN pour comparaison avec les critères d'acceptation définis par l'utilisateur.
- Intègre la modélisation des conséquences de PHAST pour l'analyse des risques.
- Permet l'incorporation de l'évaluation quantitative du risque (QRA) pour les activités de gestion continue de votre site.

### 1. Définitions et critères

Le but des critères de risque est de traduire une estimation numérique du risque par des valeurs indiquent la probabilité de mortalité et qui reflètent le niveau de risque existant (par exemple, la fréquence de subir un effet létal est de  $10^{-3}$ /an) en un jugement (le risque est-il acceptable ?).

Notons qu'après une recherche sur l'information, les autorités Algériennes ainsi que SONATRACH n'avaient pas défini des critères que ce soit pour le risque individuel ou sociétal, donc on a fait référence à un éventail de critères largement acceptés internationalement.[11]

#### 1.1 Critère du risque individuel

UK HSE utilise les critères suivants pour le risque individuel :

- Risque Maximum tolérable pour la population  $\longrightarrow 10^{-3}$  par an
- Risque Négligeable (ou largement acceptable)  $\longrightarrow 10^{-5}$  par an

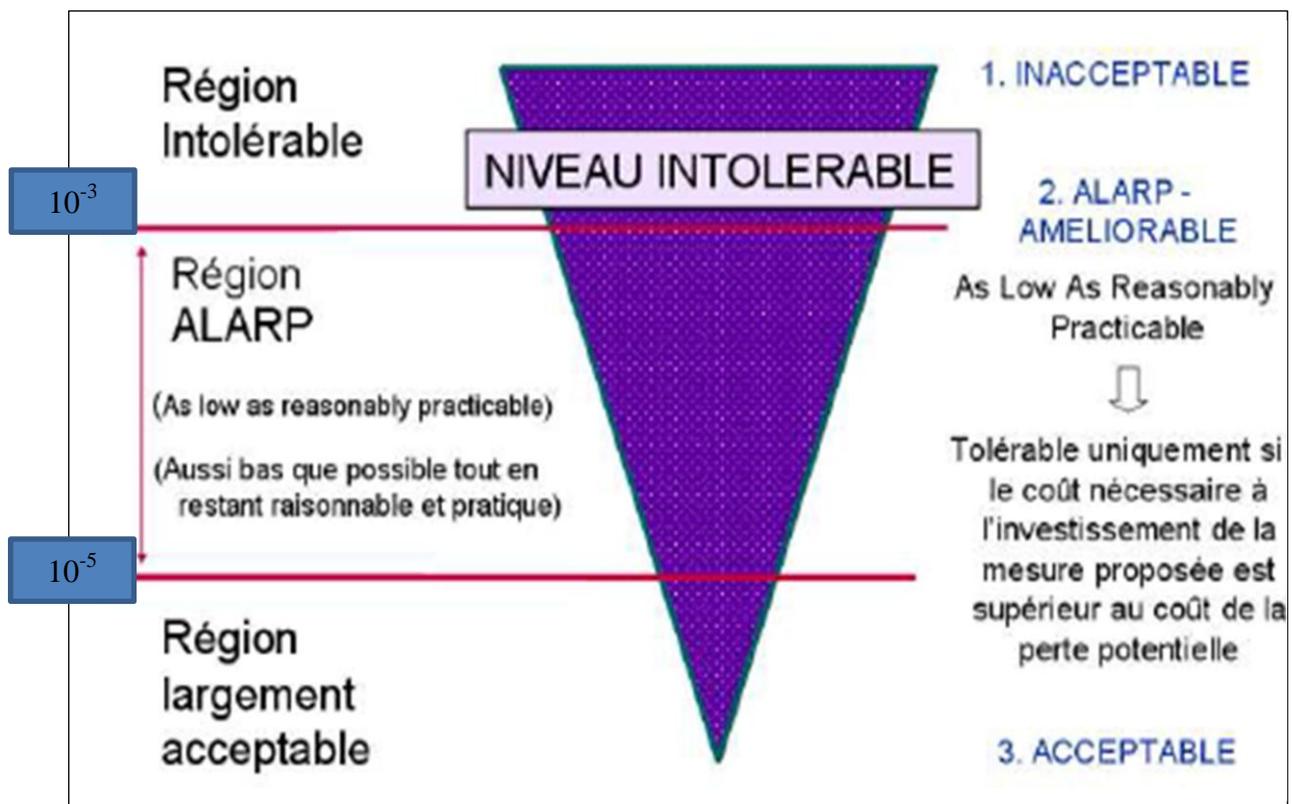


Figure N°16 : niveau de risque selon la référence

## Chapitre 4 : Résultats et interprétations

### 1.2 Critère du risque sociétal

Le risque sociétal représente le risque pour un groupe de personnes. Le HSE (Health and Safety Executive) a entrepris une étude reprenant plusieurs sites industriels afin de connaître les risques imposés par la zone industrielle sur la population avoisinante (Canvey Study – 1978 et 1981) et de définir des critères d'acceptabilité pour le risque sociétal. [11]

La figure N°17 représente ces critères :

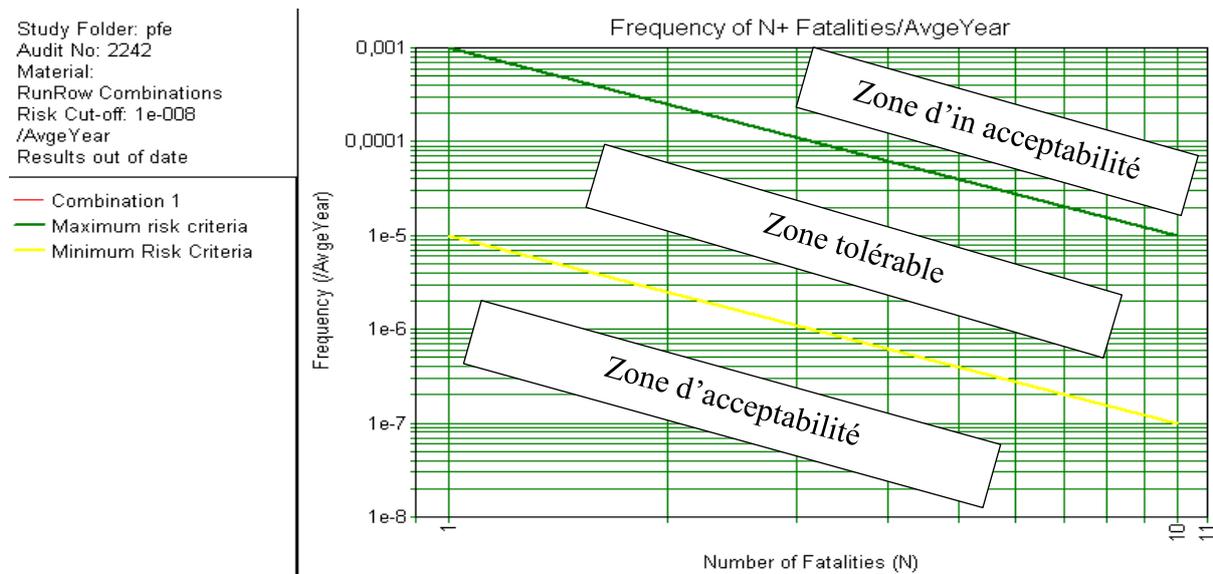


Figure N°17 : critères d'acceptabilités de risque sociétal

Notons que la courbe FN ne va pas jusqu'à N=1. Ceci est une convention normale lors de la définition des critères de risque sociétal suite à une possible confusion entre le risque individuel et le risque sociétal.

### 1.3 Zone ALARP

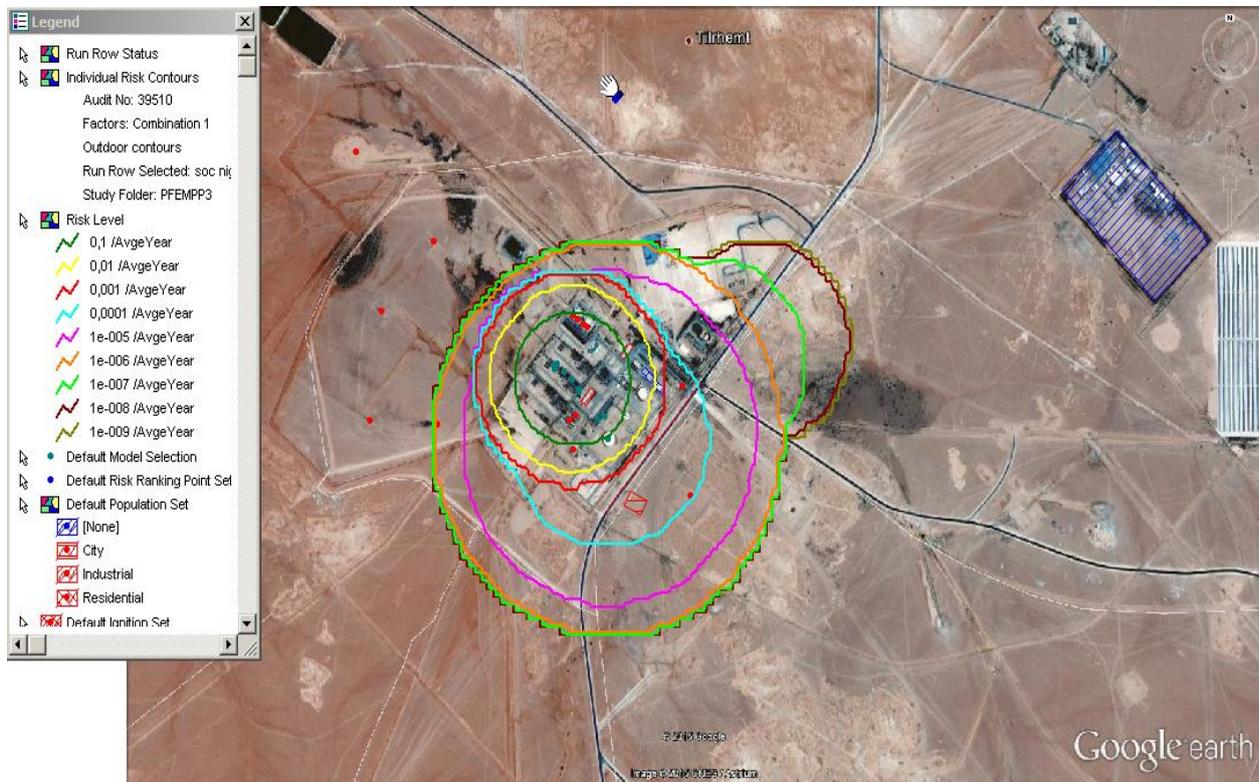
La zone entre risque acceptable et le risque non-acceptable est appelée la zone ALARP (As Low As Reasonably Practical).

On peut considérer que le risque est ALARP si:

- La réduction de risque n'est pas pratique ou si les coûts sont disproportionnés par rapport au risque à réduire.
- Les mesures existantes correspondent aux bonnes pratiques.
- Tous les aspects et mesures de sécurité sont bien étudiés.
- Les risques sont révisés périodiquement.

### 2. Contours du risque individuel

La figure N°18 montre les contours de risque individuel de MPP3 :



**Figure N°18 : contours du risque individuel MPP3**

#### **Interprétation :**

Les courbes de risque les plus élevés de  $10^{-1}/\text{an}$  et  $10^{-2}/\text{an}$  et  $10^{-3}/\text{an}$  restent à l'intérieur des limites du site industriel.

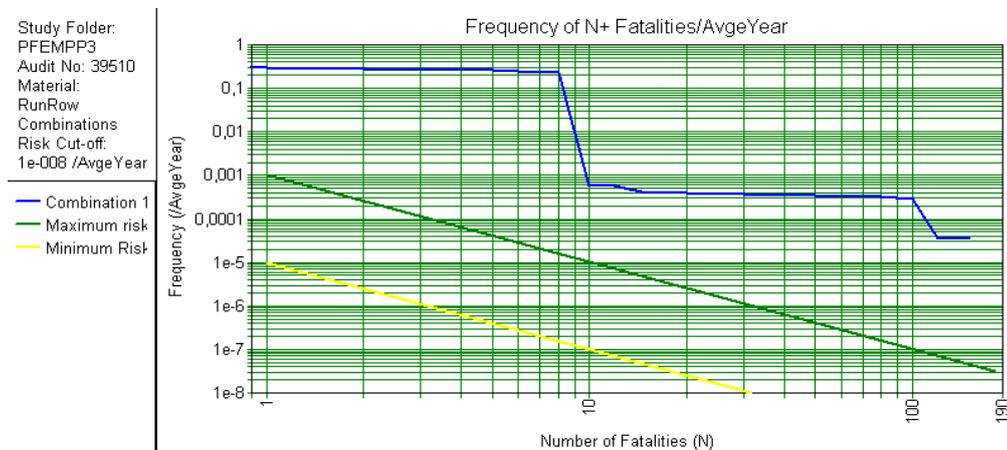
La zone la plus critiques dans le site c'est la zone centre vu la condensation des équipements (les ballons, les colonnes, les pipes... etc.) dans cette zone, donc par une première vision la population la plus proche du centre est exposée à un niveau de risque très élevé par rapport aux critères d'acceptabilité, il varie entre  $10^{-1}/\text{an}$  et  $10^{-2}/\text{an}$  qui portent à une distance d'environ 300 m vers le sud-est si on prend le centre de la carte comme origine.

Les populations concernées par ce niveau de risque sont : la salle de contrôle, bloc sécurité, bloc maintenance, hébergement, poste de garde interne.

Parmi ces derniers la salle de contrôle est la cible la plus vulnérable vu sa localisation dans le site, elle est située à l'intérieure de courbe de risque de  $10^{-1}/\text{an}$  à une distance d'environ 20 m du centre de la carte, c.-à-d. le risque dans cet endroit est supérieure à  $10^{-1}/\text{an}$ .

### 3. Le risque sociétal par la courbe F / N

La figure N°19 montre la courbe de risque sociétal de MPP3 :



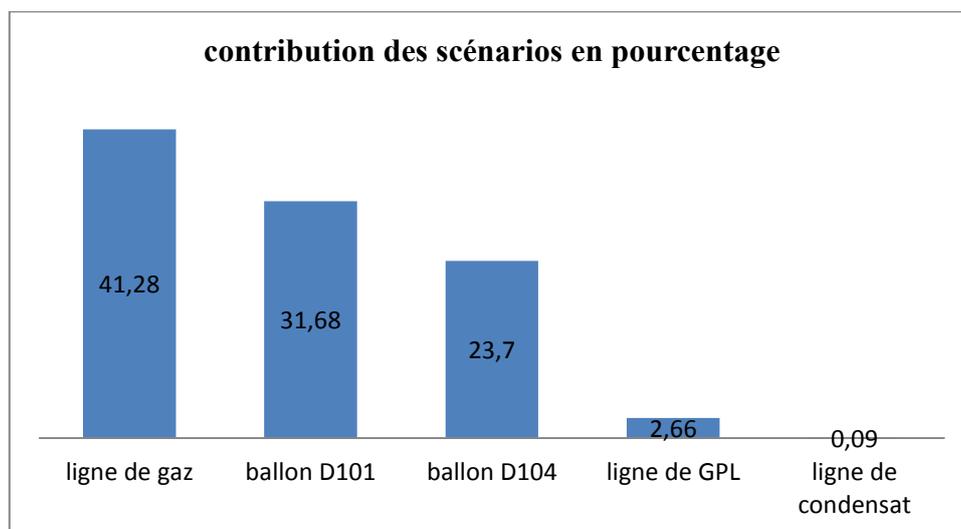
**Figure N° 19** : le risque sociétal de MPP3 par la courbe F/N

Après la simulation des données dans phast risk La courbe F/N du risque sociétal trouvé est situé dans la zone de risque inacceptable, elle est entre  $10^{-1}$  et  $10^{-4}$ , donc dans ce cas la situation est indésirable par rapport aux critères cités ultérieurement.

#### Calcul du PLL (potentiel loss of live):

La valeur de PLL trouvé dans cette étude QRA de MPP3 est :  **$3.21 \cdot 10^{-2}$  fatalités/an** c.-à-d. que cette unité de traitement MPP3 va engendrée un décès chaque 31.15 ans.

Les cinq scénarios qui contribuent dans cette valeur avec un pourcentage de 60% sont représentés dans la figure N°20 :



**Figure N°20** : les cinq scénarios qui contribuent dans 60% de PLL

### 4. Interprétation des effets des scénarios majeurs et leurs conséquences

#### Scénario 1 : défaillance de la ligne de gaz

Vu la multitude des lignes de gaz présent dans l'installation et les conditions de fonctionnement (pression, température...) ce scénario a une contribution majeure dans cette étude QRA, les effets de ce scénario est représentés dans la figure N°21 :

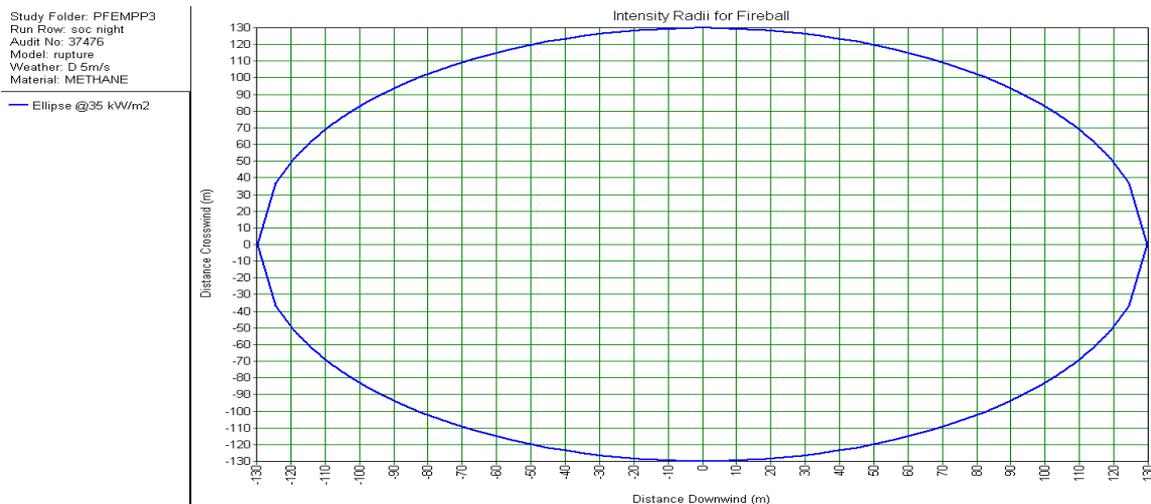


**Figure N°21** : les effets toxiques du scénario 1

Dans une durée de 11.32 s le nuage de gaz couvre une distance de plus de 80 m dans la direction sud-est avec une concentration de 29000 ppm qui est mortelle, rappelons que la salle de contrôle se trouve à 20 m de la source.

#### Scénario 2,3 : défaillance du ballon D101/D104

Les deux scénarios qui ont classés critique qui sont concernés par les équipements suivants : ballon D101/D104, leurs conséquences de radiation sont présentés dans la figure N°22 :



**Figure N°22** : les effets de radiation des deux ballons D101/D104 (similaires)

## **Chapitre 4 : Résultats et interprétations**

---

A un rayon de 130 m L'intensité de radiation de ce scénario atteinte une valeur de 35 KW/m<sup>2</sup> dans la probabilité de mortalité lors d'une exposition à cette intensité est 1.

Rappelons que la salle de contrôle se trouve à 30 m des deux équipements D101/D104.

### **Scénario 4** : défaillance d'une ligne de GPL

La figure N°23 montre les effets toxiques lors d'une rupture ou une grande fuite dans la ligne d'expédition GPL :



**Figure N°23** : les effets toxiques lors d'une défaillance d'une ligne GPL

Vu la direction du vent qui est Nord-Ouest vers Sud-Est La carte montre que les effets de ce scénario ne superpose avec aucune population, sauf lors d'une inflammation, donc il a des effets beaucoup plus sur l'environnement.

### **Scénario 5** : défaillance d'une ligne de condensat

La dangerosité de ce scénario est mineur voir la substance concerné qui est le condensat tel-que sa probabilité d'inflammation est inférieure à celle de GAZ et de GPL.

### 5. Axes d'amélioration

Afin de réduire et de maîtriser les risques à un niveau acceptable ou d'au moins ALARP, diverses actions ont été recommandées dans le présent document. Les principales recommandations sont reprises ci-après :

- S'assurer que la salle de contrôle, bloc sécurité, bloc maintenance, poste de garde et autres bâtiments à l'intérieur ou à proximité du site soient blastproof (explosion) et fireproof (flux thermique).
- Mettre en place des détecteurs de gaz types émetteur-récepteur dans l'espace entre les trois trains et la salle de contrôle afin de détecter toute fuite de gaz possible.

Cette recommandation permettra aux personnes à l'intérieur de bâtiment d'avoir le temps de mettre en place les mesures d'interventions nécessaires en cas d'accident et de pouvoir évacuer de manière sécurisée si nécessaire. Il sera ainsi possible de diminuer la gravité importante de certains phénomènes d'explosion (VCE) ou d'incendie (Feu chalumeau, feu de flaque, feu flash, boule de feu).

- Agir de manière préventive afin d'éviter toute fuite de produit inflammable. Pour ce faire, la mise en place d'un planning d'inspection établissant des critères de priorités est une solution intéressante pour garantir l'intégrité des lignes, vannes et équipements.

Ce type de planning sera mise en place pour réduire la fréquence des fuites des équipements.

- La mise en place d'un système de refroidissement de ballon GPL est nécessaire afin d'éviter un phénomène de BLEVE au niveau de ce dernier.
- Le ballon GPL se trouve à proximité de four (15 m) qui portent des brûlures, donc la disponibilité des détecteurs de gaz dans la zone entre eux est nécessaire pour maîtriser la situation en cas de fuite dans le ballon.
- Refaire une étude approfondie sur le dimensionnement des cuvettes de rétention (très vaste en termes de surface) d'une manière à assurer une intervention rapide en cas de rupture d'un bac de stockage ou d'une sphère GPL.

Pour ce faire il est recommandé de diminuer la surface des cuvettes et augmenter la hauteur des murs pour que le volume reste le même.

- Veiller au fonctionnement normal de groupe électrogène pour éviter des déclenchements non-souhaités des systèmes de la sécurité active (système de CO<sub>2</sub>, la poudre...) en cas d'un problème de surcharge sur SONELGAZ surtout en été ou la consommation atteinte des gammes énormes.

## Chapitre 4 : Résultats et interprétations

---

- Vérification périodique des systèmes d'intervention, autour des équipements à protéger pour assurer qu'ils seront exploitables en cas d'accident majeur.
- Des mesures spécifiques de sécurité (emploi du matériel ADF, inertage, matériels ATEX, anti-étincelles, détection des gaz inflammables, etc.....) sont obligatoirement applicable pour éviter toute source d'ignition.
- Assurer le suivi des développements urbains dans les environs du site MPP3 qui pourraient augmenter le niveau de risque.
- Limiter au maximum la présence des personnes dans les zones à haut risque
- Une information des populations sur les risques, le signal d'alerte et la bonne conduite à avoir en cas d'accident doit être réalisée.
- Compétence, formation et sensibilisation et cela par :
  - ✓ identification des besoins de formation associés au système de gestion des risques de l'entreprise.
  - ✓ formation systématique du personnel au poste.
  - ✓ habilitation du personnels dans les poste opérationnels (ex : habilitation électrique).
  - ✓ Sensibilisation du personnel en matière HSE.
  - ✓ des séminaires, portes ouvertes, journées d'études.
- Audit interne, inspection périodique HSE pour contrôler l'efficacité du système de management de la sécurité de l'entreprise
- Développement de l'aspect communication HSE entre les différentes structures de la région.

### Conclusion générale

L'analyse des risques qu'on a réalisé est rentré dans le cadre d'une complémentarité d'études de dangers de l'unité de traitement de gaz MPP3 du champ gazier de Hassi R'Mel, visant à le calcul de niveau de risque engendré par l'unité en question, et pour cela on était obligé de passer principalement par :

- Identifier les scénarios possibles qui peuvent avoir lieu lors d'exploitation.
- Modélisation des conséquences engendrées par les scénarios indiqués avec leurs probabilités d'occurrence basant sur le guide méthodologique purple book et cela à l'aide d'un logiciel (phast risk).
- Calcul de niveau de risque résulté par les scénarios sélectionné et le comparé avec les critères d'acceptabilités de UK.

Le choix de la méthode QRA dans cette étude est fondé sur le fait qu'elle est plus adaptée à la problématique et aux objectifs recherchés qui tendre vers le calcul numérique de niveau de risque individuel et sociétal de l'unité choisi (MPP3).

En plus c'est une méthode qui possède une approche probabiliste, Elle s'intéresse non seulement l'évaluation des conséquences mais aussi la fréquence d'occurrence des événements indésirables, cette dernière est plus importante dans la définition du risque.

L'analyse a démontré que le risque individuel est inacceptable selon les critères d'acceptabilité d'UK. La population qui se trouve à l'intérieure du site (personnel de SONATRACH + sous-traitant) sont exposés à risque d'au moins  $10^{-3}$ /an.

Pour les personnes vivant hors du site tel-que : base de vie, campement militaire, DSP ils sont exposé a un risque ALARP. Et Pour le personnel de SONELGAZ, il est dans la zone d'acceptabilité.

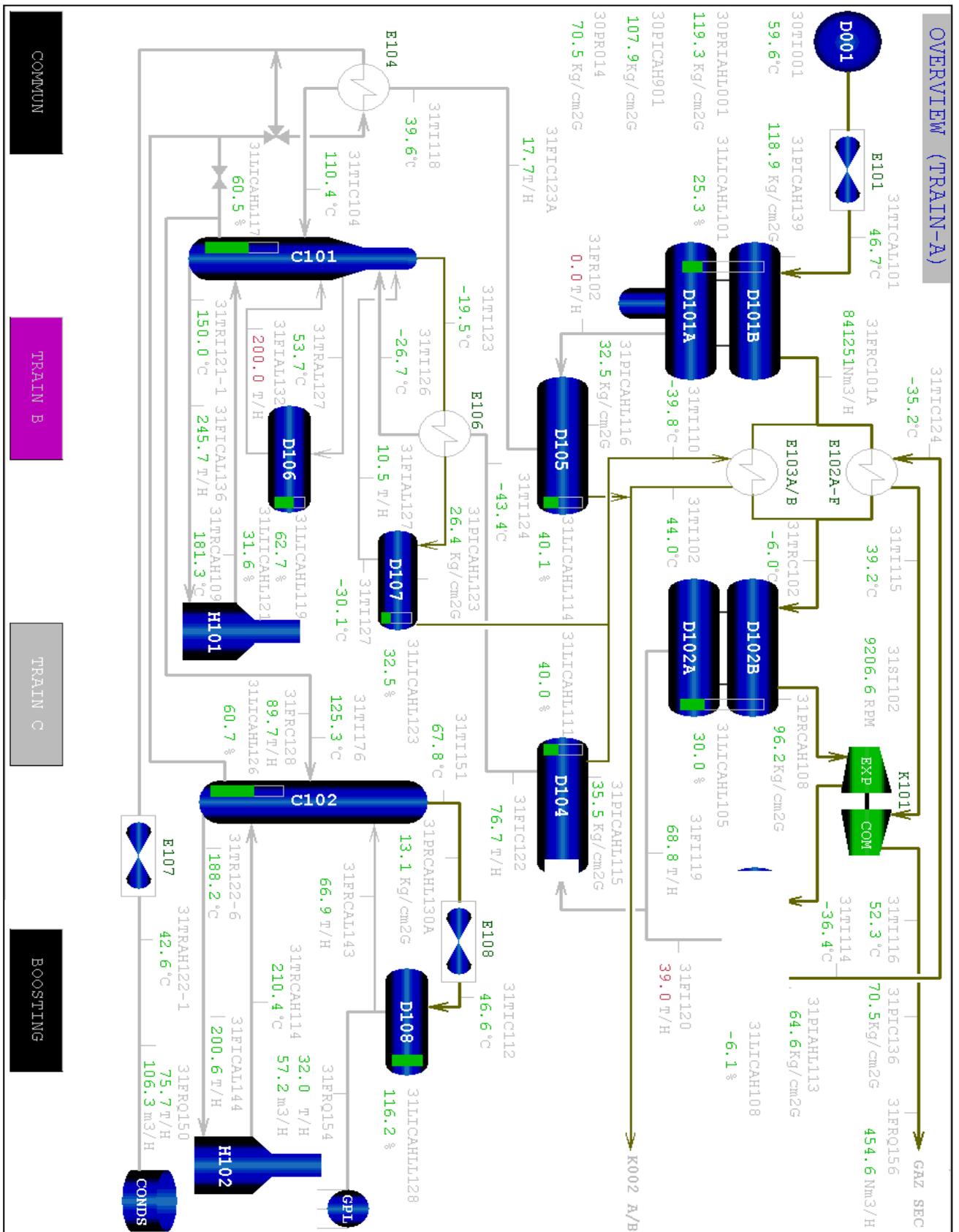
La difficulté rencontrée au cours de cette étude réside dans la quantité des données a récolté que ce soit celle liées à la population et aux équipements pour mener une analyse exhaustive et aussi dans l'absence des références nationales qui définissent les critères d'acceptabilité.

Pour mieux cadré l'étude, elle fera l'objet d'une exploitation des résultats trouvé dans l'implantation d'un plan de prévention des risques technologiques qui sera un travail réalisé dans un contexte bien défini.

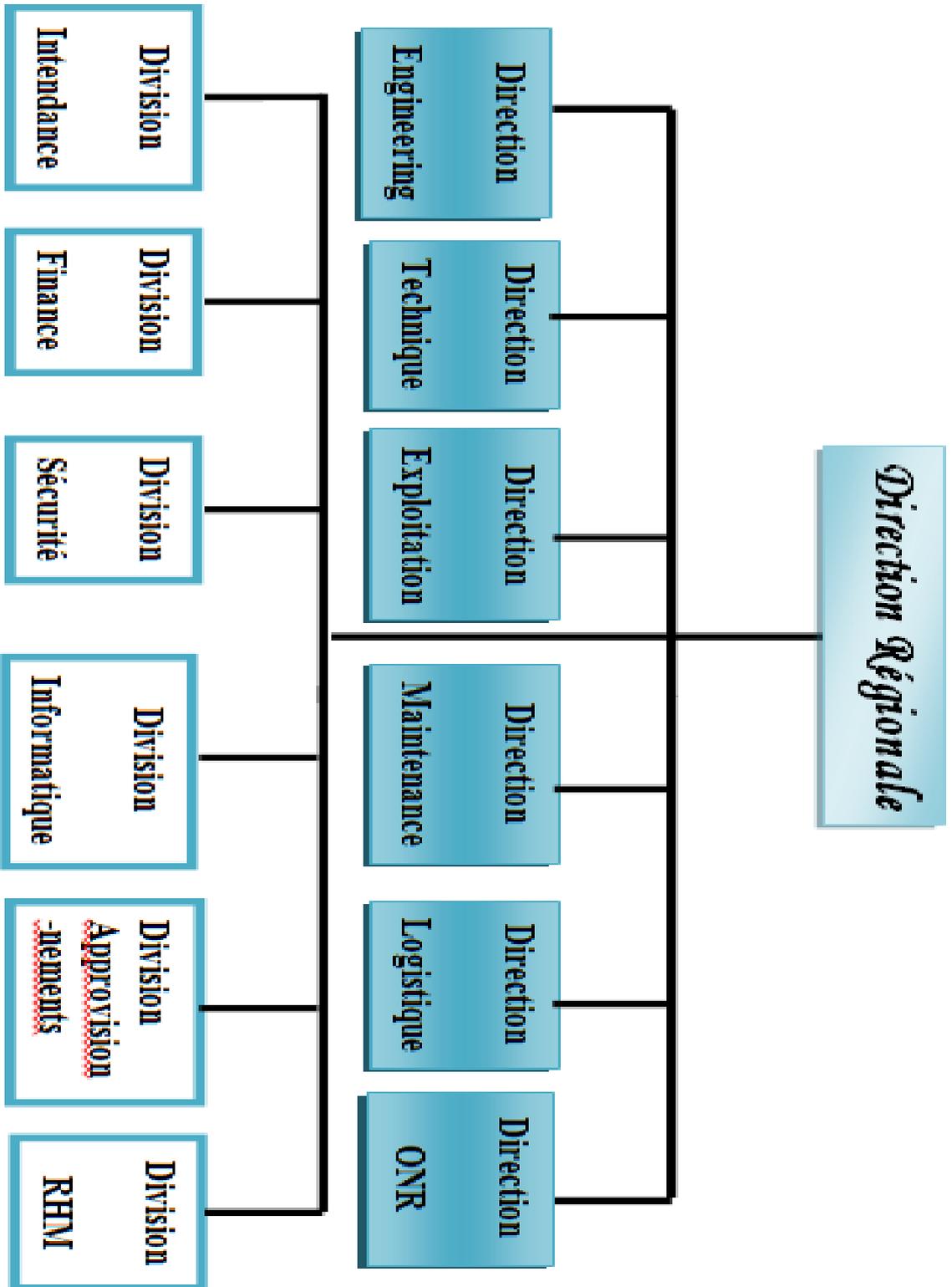
## Références

1. Monso, É., *LES CAHIERS DE LA SÉCURITÉ INDUSTRIELLE*. Vol. 67. 2009.
2. B.DEBRAY, S.C., S. DESCOURIERE, V. TROMMETER, *Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle*. 2006. **119**.
3. MAVROULI, J.C.O.-C., *Estimation quantitative du risque (QRA) pour les bâtiments lié aux éboulements rocheux: progrès et défis*. 2013. **229**.
4. Hans Pasmana, G.R., *Past, present and future of Quantitative Risk Assessment (QRA) and the incentive it obtained from Land-Use Planning (LUP)*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2014. **28**: p. 8.
5. Valérie DE DIANOUS, C. and A.A. BOUISSOU, *Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – partie 2 : données quantifiées*. 2006.
6. AVEN, T., *Quantitative risk assessment : the scientific platform*. Cambridge University Press, 2011. **225**.
7. Valerio Cozzani, G.A., Gigliola Spadoni, *Quantitative assessment of domino scenarios by a GIS-based software tool*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2005. **14**.
8. all, K.P.P.a., *Risk measures constituting a risk metrics which enables improved decision making: Value-at-Risk*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2010. **219**: p. 9.
9. Jeffrey LaChance a, A.T., Angunn Engebo, *Development of uniform harm criteria for use in quantitative ,risk analysis of the hydrogen infrastructure. i n t e r n a t i o n a l j o u r n a l o f hydrogen energy*, 2010: p. 8.
10. Hans Pasman, W.R., *Bayesian networks make LOPA more effective, QRA more transparent and flexible, and thus safety more definable*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2012. **442**: p. 9.
11. DNV, *étude QRA de la zone centre de hassi r'mel*. **118**.
12. DNV, *étude HAZOP du MPP3 / hassi r'mel*.

## Schéma de procédé de fonctionnement du MPP3



Organigramme de la direction régionale de HASSI R'MEL



### Accidentologie Interne /SONATRACH

N°	Année	zone	unité	accident	équipement	conséquences	substance
1	2001	centre	SRGA	Lors du démarrage après révision, il y a eu un déclenchement de la machine suivi d'une déflagration au niveau de l'échappement	Pompe/Compresseur	Pollution	Gaz
2	2004	centre	MPP0	Fuite importante de condensât au niveau de la Bride entrée zone de conviction du four H401 train 2	Four	Pollution	Condensat
3	2005	centre	MPP0	Début de feu sur soupape de respiration	Bac de stockage	Incendie	Brut
4	2007	Nord	MPP3	Fuite importante de gaz	Echangeur/Aéroréfrigérant	Pollution	Gaz
5	2010	Nord	MPP3	Début de feu suite à l'auto inflammation des vapeurs d'huile cotée accouplement de la turbine	Pompe/Compresseur	Incendie	Brut
6	2005	Nord	SCN	Début de feu sur machine TGB356	Pompe/Compresseur	Incendie	Brut
7	2005	Sud	MPP2	Dégagement de fumée	Pompe/Compresseur	Incendie	Brut
8	2005	Sud	SCS	Début feu sur événement vapeur d'huile	Inconnu	Incendie	Brut
9	2010	Sud	SCS	Feu sur reniflard des machines 241 et 242	Pompe/Compresseur	Incendie	Brut
10	2009	Centre	MPP4	Percement de la ligne expédition GPL	Pipe	Pollution	GPL