

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

كلية العلوم التطبيقية

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUES

Département : Département de Génie Mécanique

Spécialité : Maintenance industrielle

—oooOooo—

MEMOIRE PRESENTE POUR L'OBTENTION  
DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE

—oooOooo—

**THEME :**

**CONTRIBUTION A L'AMELIORATION D'UN SYSTEME  
RESEAU ANTI INCENDIE PAR LA METHODE (HAZOP)**

**Présenté par :**

Bensetti Nadir  
Hireche Mohamed karim

**Soutenu le : 12/06/2023**

**Devant le Jury :**

Dr GUEBAILIA Moussa  
Dr TOUGGUI Youssef  
Dr DAMENE Djamila

Président  
Examineur  
Encadreur

U. Kasdi Merbah Ouargla  
U. Kasdi Merbah Ouargla  
U. Kasdi Merbah Ouargla

**PROMOTION JUIN 2023**

## *Dédicace*

Nous dédions ce modeste travail a  
Nos chers parents, Nous vous remercions  
pour vos sacrifices, votre amour, votre  
tendresse, votre soutien et vos prières tout au  
long de nos études,  
Nos chers frères et sœurs,  
Toutes Nos familles,  
Et a tous nos amis.

*Nadir, Mohamed*

# Remerciements

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

*C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que nous remercions notre encadreur **Dr DAMENE Djamila**, chef département génie mécanique à l'Université de Kasdi Merbah Ouargla qui a accepté de nous encadrer, pour son aide précieuse, ses conseils, sa patience, son soutien et ses efforts dont elle a fait preuve pendant toute la durée de ce travail.*

*Nos sincères remerciements pour **M. HOUIDI. Imad**, chef de service HSE a REG Groupement In Salah Gas, pour sa disponibilité à examiner ce travail.*

*Nous remercions très vivement le personnel du département de HSE qui nous a accueillis au sein du Groupement In Salah Gas, pour leurs encouragements et leurs aides.*

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

## Résumé

La maîtrise des accidents engendrée par les risques d'incendie représente un défi pour le Groupement SONATRACH qui a adapté un système de management intégré (HSE-MS).

L'incendie sur les lieux de travail est un sujet très préoccupant et d'actualité permanente.

Chaque année, des victimes sont à déplorer lors d'incendies d'établissement industriels et commerciaux.

Ces sinistres sont Dramatiques sur le plan humain, ces sinistres le sont aussi Sur le plan économique. Dans ce mémoire, nous étudierons l'efficacité de réseau anti-incendie cette étude basé sur 2 partie (théorique-pratique).

Mots clés : réseau anti incendie ; incendie

ملخص:

يمثل التحكم في الحوادث الناجمة عن مخاطر الحريق تحديًا لمجموعة سوناطراك, حيث قامت بتكييف نظام إدارة متكامل (HSE-MS).

يعتبر الحريق في مكان العمل مصدر قلق كبير وموضوع الساعة بشكل دائم. في كل عام ، يتم الإبلاغ عن ضحايا الحرائق في أماكن العمل الصناعية والتجارية.

هذه الكوارث تآثر على المستوى الاقتصادي و البشري . في هذه الرسالة سوف ندرس فاعلية شبكات مكافحة الحرائق وهذه الدراسة مبنية على جزئين (نظري - عملي).

الكلمات المفتاحية : شبكة مكافحة الحرائق , الحريق

Summary:

The control of accidents caused by fire risks represents a challenge for the SONATRACH group which has adapted an integrated management system (HSE-MS).

The fire in the workplace is a matter of great concern and of constant topicality. Every year, victims are reported from industrial and commercial fires.

Dramatic on the human level, these disasters are also on the economic level. In this thesis, we will study the effectiveness of firefighting networks; this study is based on 2 part (theoretical-practical).

Keywords: fire fighting networks; fire

## Liste Des Figures

Figure 1: PLAN DES CHAMPS A DEVELOPPER .....	12
Figure 2: schéma des installations de champ .....	13
Figure 3: triangle de feu .....	20
Figure 4: Les cinq phases de l'incendie.....	24
Figure 5: propagation de feu .....	26
Figure 6: Propagation du feu par la convection.....	31
Figure 7: Pompe Jockey (Pompe centrifuge) .....	36
Figure 8: Pompes électriques .....	37
Figure 9: Pompe Diesel.....	37
Figure 10: Poteaux d'incendie .....	38
Figure 11: Robinet incendie(RIA).....	39
Figure 12: espace pompier.....	39
Figure 13: Processus de gestion des risques.....	41
Figure 14: Fiabilité des barrières de sécurité.....	44
Figure 15: Déroulement de la méthode HAZOP .....	48

# Liste Des Tableaux

Tableau 1: Réactions chimiques de combustion.....	21
Tableau 2: classe de feu .....	25
Tableau 3: Critères de choix pour les principales méthodes d'analyse des risques .....	46
Tableau 4: Exemple de tableau pour l'HAZOP .....	48
Tableau 5: Analyse préliminaire des risques (APR) de réseau incendie .....	53
Tableau 6: Matrice de risques Groupement ISG .....	54
Tableau 7: Echelle de gravité.....	55
Tableau 8: Echelle de d'occurrence .....	55
Tableau 9: Niveaux de risques.....	55
Tableau 10: Analyse détaillée des risques par la méthode HAZOP .....	59

## Liste des abréviations

AES	Alimentation Électrique de Sécurité
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité
APR	Analyse Préliminaire des Risques
BP	Basse Pression /British Petroleum
BS	British Standard
CMSI	Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie
CNDG	Centre National de Distribution du Gaz
CPF	Central Processing Facility
DAS	Dispositif Actionné de Sécurité
DP	Division production.
EDD	Etude de danger
GBF	Garet-El-Benfinat
GMD	Gour Mahmoud
GPL	Gaz petrolie liquifie
HAZOP	Hazard and operability studies
HCN	Acide cyanhydrique
HMN	Hassi-Moumene
HRM	Hassi R'Mel
ISG	In Salah Gas
KBA	Krechba
NFPA	National fire protection association
NH3	Ammoniac
RIA	Robinets incendie armés
SDI	Système de Détection Incendie
SMSI	Système de Mise en Sécurité Incendie
SSI	Système de Sécurité Incendie
UAE	Unité d'Aide à l'Exploitation
UGA	Unité de Gestion d'Alarme
UGCIS	Unité de Gestion Centralisée des Issues de Secours
DCS	Distributed control system
ESD	Emergency shutdown
SDV	shutdown valve
ESDV	Emergency shutdown valve
P&ID	piping and instrumentation diagram
BDV	Blow down valve

# Sommaire

<i>Chapitre I : Présentation de l'entreprise ISG</i> .....	11
<i>I. Introduction sur le projet ISG</i> :.....	12
<b>I.1 Description des Installations</b> :.....	14
<b>I.2 Vue d'Ensemble du Procédé (REG CPF)</b> :.....	14
<b>I.3 Vue d'Ensemble des Utilités</b> : .....	15
<b>I.3.1 Compression de gaz (système 23)</b> :.....	16
<b>I.3.2 Train 300</b> : .....	16
<b>I.3.3 Les Arrêts d'Urgence</b> : .....	17
<b>I.3.4 Conclusion</b> :.....	18
<i>CHAPITRE II : Généralité Sur L'incendie</i> .....	19
<i>II. Introduction</i> : .....	20
<b>II.1 Triangle De Feu</b> :.....	20
<b>II. 2 Phénomènes De La Combustion</b> :.....	20
<b>II. 2.1 Mécanisme De La Combustion</b> :.....	20
<b>II .2.2 Comburants (oxygène de l'air)</b> :.....	21
<b>II. 3. Les sources d'incendie</b> : .....	22
<b>II. 3.1. Les Effets du feu</b> .....	23
<b>II. 3.2 Les fumées</b> : .....	23
<b>II. 4 les classes de feu</b> .....	25
<b>II. 4.1. Propagation De L'incendie</b> : .....	25
<b>II. 4.2. Différents Modes De Propagation</b> :.....	26
<b>II.4.2.1 Par rayonnement</b> :.....	26
<b>II.4.2.2 PAR conduction</b> : .....	26
<b>II.4.2.3 Par convection</b> : .....	27
<b>II. 5 Conclision</b> : .....	27
<i>CHAPITRE III : Les Critères Généreux De Système Sécurité Incendie Et Réseaux Anti Incendie</i> .....	28
<b>III .1. Introduction</b> :.....	29
<b>III .2. Analyse Préliminaire des Risques (APR) et Etude De Dangers (EDD)</b> .....	29
<b>III .3. Principes de base de la protection incendie</b> : .....	29
<b>III .4. Les différents systèmes de protection</b> :.....	30
<b>III .5. Caractéristiques principales des différents éléments d'une installation fixe</b> : .....	30
<b>III .6. Système Sécurité Incendie (SSI)</b> : .....	30
<b>III .6. 1. Définition D'un S.S.I</b> :.....	30
<b>III.6.2. Objet Du SSI</b> :.....	31



<b>III .6.3. Principe Du Système De Sécurité Incendie :</b>	<b>32</b>
<b>III.6.4 Commender Les Organes De Securite:</b>	<b>34</b>
<b>III .6.4 Les accessoires de la tuyauterie du réseau d'eau d'incendie :</b>	<b>35</b>
<b>III .6.5 Les éléments du réseau :</b>	<b>38</b>
<b>CHAPITRE IV : Démarche pour l'analyse des risques</b>	<b>40</b>
<b>IV : Introduction :</b>	<b>41</b>
<b>IV.1 Principes pour la gestion des risques :</b>	<b>41</b>
<b>IV.2 Analyse des risques :</b>	<b>42</b>
<b>IV.2 .1 Identification des sources de danger :</b>	<b>42</b>
<b>IV.2 .2 Estimation du risque :</b>	<b>42</b>
<b>IV.2 .5 Réduction du risque :</b>	<b>43</b>
<b>IV.3 Fiabilité des barrières de sécurité :</b>	<b>43</b>
<b>IV.4 Méthodes d'analyse et d'évaluation des risques</b>	<b>44</b>
<b>IV.4 .1 Méthodes qualitatives</b>	<b>44</b>
<b>IV.4 .2 Méthodes semi-quantitatives</b>	<b>45</b>
<b>IV.4 .3 Méthodes quantitatives</b>	<b>45</b>
<b>IV.5 Définition de la démarche d'analyse des risques :</b>	<b>45</b>
<b>IV.5.1 Choix de la méthode d'analyse des risques :</b>	<b>45</b>
<b>IV.5.2 Approche déductive / inductive :</b>	<b>45</b>
<b>IV.6 Description de la méthode d'analyse des risques HAZOP :</b>	<b>46</b>
<b>IV.6.1 Historique et domaine d'application :</b>	<b>46</b>
<b>IV.6.2 Principe de la méthode :</b>	<b>47</b>
<b>IV.6.3 Déroulement de la méthode :</b>	<b>48</b>
<b>IV.6.4 Limites et avantages de la méthode d'analyse des risques HAZOP :</b>	<b>49</b>
<b>IV.6.5 Conclusion :</b>	<b>50</b>
<b>CHAPITRE V : PROBLEMATIQUE ET LES SOLUTIONS PROPOSEES</b>	<b>51</b>
<b>V-1 PROBLEMATIQUE :</b>	<b>52</b>
<b>V-1-1 : Le but du travail</b>	<b>52</b>
<b>V-1-2 : Solutions proposées :</b>	<b>52</b>
<b>V-2 : Analyse préliminaires des risques APR :</b>	<b>52</b>
<b>V.3 Description de la méthode HAZard and OPerability studies (HAZOP):</b>	<b>54</b>
<b>V.3.1 : Echelles de cotation des risques :</b>	<b>54</b>
<b>V.4. Analyse détaillée des risques par la méthode HAZOP :</b>	<b>56</b>
<b>V.5.Conclusion :</b>	<b>60</b>

## Introduction générale

Dans l'historique et les statistiques de l'industrie des hydrocarbures (gaz-huile) on rencontre plusieurs accidents majeurs d'incendies qui a laissé derrière elle des nombreuses victimes, des dégâts matériels et des impacts environnementaux. C'est pour cela que les entreprises de cette industrie mènent une œuvre dans ces installations toujours plusieurs barrières de sécurité préventives et protectives spécialement pour la protection contre ce type d'accidents et assuré la sécurité du personnel, leur matériel et de leur environnement.

Cette protection doit être réalisée par des dispositifs de protection contre incendie parmi ces dispositifs le réseau anti- incendie. Donc dans les installations gaz /huile on trouve des nombreux types de Scénarios d'incendie probables, et de différente forme des réseaux anti-incendie.

Ainsi ; entreprise SONATRACH division production de In Salah Gas a équipé son installation sous tous ses aspects (matériel et humain), en mobilisant des compétences qualifiées dans le domaine de la lutte contre l'incendie (ingénieurs et techniciens). Il s'est également efforcé de placer les systèmes de lutte contre l'incendie au plus haut niveau et de se préparer pleinement à résister à tout incendie et à empêcher sa propagation.

Dans cette mémoire, nous étudions le système de lutte contre l'incendie (à travers 5 chapitres) comme suit :

**Le premier chapitre :** décrit les installations SONATRACH et le complexe industriel de In Salah Gas unité REG, avec une mention de la façon dont le gaz est produit et envoyé au Centre national de distribution de gaz ou Hassi R'mel.

**Le deuxième chapitre :** généralité sur l'incendie l'analyse de risques un

**Le troisième chapitre :** les critères généraux de système sécurité incendie et réseaux anti incendie étude, est une étude théorique des incendies ce qui constituera la base pour des besoins de l'installation.

**Le quatrième Chapitre :** démarche pour l'analyse des risques c'est étape clé du processus de gestion des risques.

**Le cinquième Chapitre :** c'est une étude théorique des incendies traite de la recherche sur les causes d'un incendie est une étude théorique par l'application du HAZOP.

A présent le but de notre mémoire est de faire toucher du doigt l'importance de la sécurité pour contribuer à l'amélioration de (Réseau anti incendie).

Dans la préservation de la vie humaine des travailleurs, la protection des équipements

comme outil de production et comme objectif économique.

En effet, cet objectif très important serait à portée de main par la mise en place des différents mécanismes de prévention et de protection et du management des risques d'incendie.

Donc, la nécessité de maîtriser ces risques industriels et de contrôler l'urbanisation autour des installations à haut risque de manière à limiter les conséquences d'un éventuel accident industriel majeur est l'une des préoccupations majeures du pays. Dans le cadre d'amélioration et bon fonctionnement de système réseau anti incendie, a adopté une politique ISG.

**Chapitre I :**  
**Présentation de l'entreprise**  
**ISG**

### I. Introduction sur le projet ISG :

L'Entreprise Nationale Sonatrach et BP Exploration ont fondé une Association In Salah Gas afin de mettre en valeur et commercialiser du gaz provenant du District 3 situé dans le Sahara Central algérien. Le projet, In Salah Gas, est basé sur le développement de sept champs de gaz principaux (Krechba, Teg, Reg, Garet elBefinat, Hassi Moumene, In Salah et Gour Mahmoud). (figure I .1)

Le développement du projet est réalisé en deux phases :

Les champs de Krechba, Teguentour et Reg sont développés en première phase. Le gaz produit est acheminé à Hassi-R'Mel par pipeline, où il va subir une recompression et un comptage fiscal avant d'être acheminé vers le raccordement aux collecteurs du Centre National de Distribution du Gaz, pour être transporté vers les marchés en expansion du sud de l'Europe.

Les quatre champs de (Hassi-Moumene, Garet-El-Befinat, In Salah et Gour Mahmoud) sont développés en deuxième phase, afin d'assurer un niveau d'approvisionnement et de vente régulier pendant toute la durée du développement du projet. [1]

### Development Concept Schematic

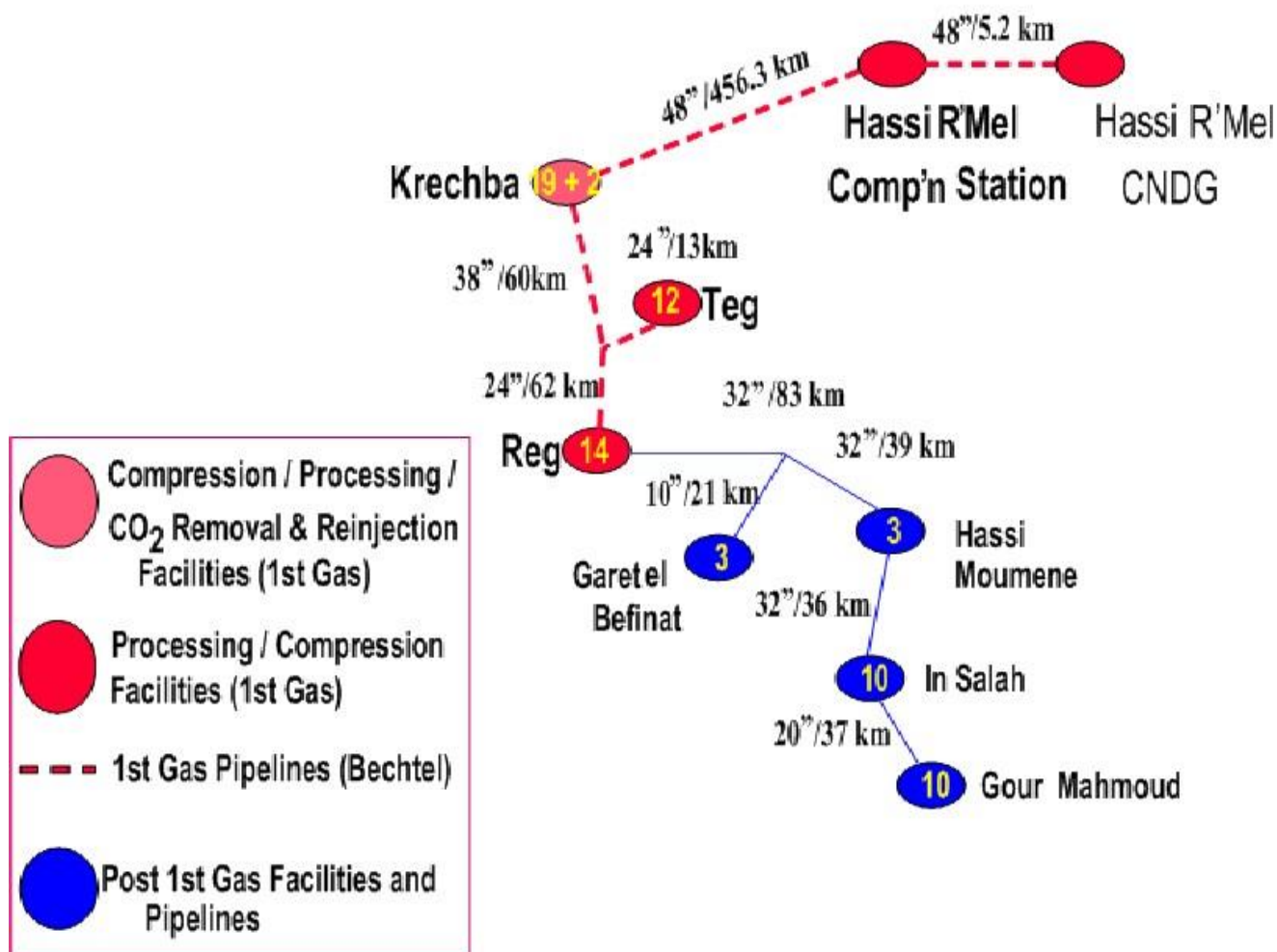


Figure I. 1: PLAN DES CHAMPS A DEVELOPPER

Le développement est basé sur le gaz produit dans les champs de IS, Teg, Krechba et Reg qui est traité dans les installations de traitement préliminaire avant d'être collecté dans le collecteur du gazoduc commun pour être transporté vers les Installations Centrales de Traitement de Krechba. Dans ces dernières (figure I .2), le CO<sub>2</sub> est éliminé du gaz avant la déshydratation et l'expédition par pipeline vers la station de compression et de comptage fiscal à Hassi R'Mel. Les installations Centrales de traitement ainsi que chaque champ sont munis de réseaux de soutien et d'utilités appropriés. Le gaz est re-comprimé à Hassi R'Mel et un comptage fiscal est effectué avant d'être expédié au point de raccordement aux collecteurs du Centre National de Distribution du Gaz(CNDG).

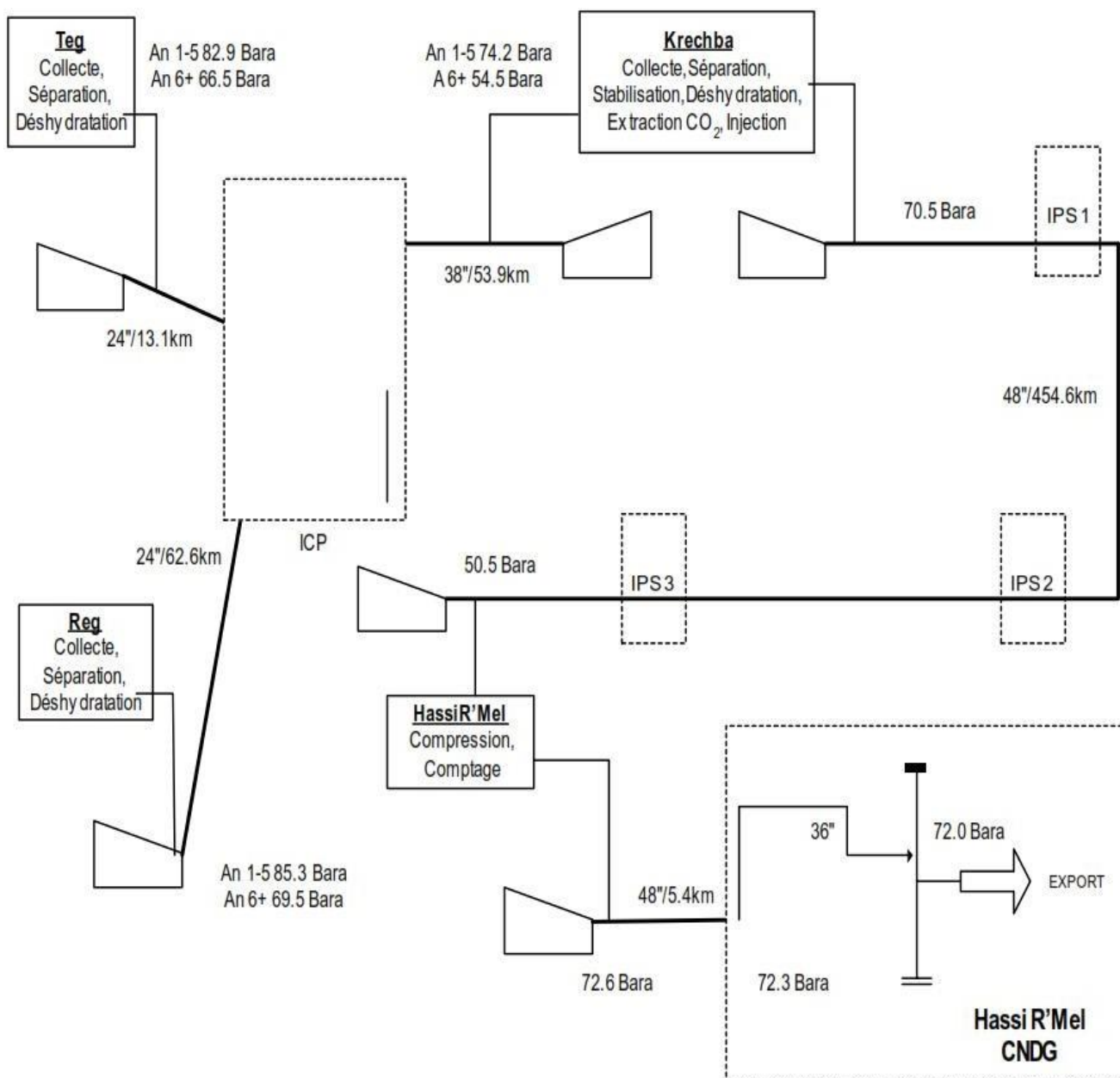


Figure I. 2: schéma des installations de champ

## I.1 Description des Installations :

Le gaz est transporté des puits individuels vers les installations de productions préliminaires via un réseau de collecteurs de gaz à l'échelon du champ. Le réseau est constitué de chaînes de production de puits individuelles reliées directement à des collecteurs, qui acheminent le gaz des puits distants vers les stations. Des vannes d'Arrêt d'Urgence commandées d'admission à l'unité sont installées sur les collecteurs d'arrivée, en amont des canalisations du collecteur d'admission commun. Au niveau de la Station de Champ, le gaz est refroidi et déshydraté dans deux trains à 50%, avant de se recombinaer et être acheminé à Krechba grâce au pipeline inter- champs. Les installations de production et de traitement de la Station de Champ sont constituées de ce qui suit :

- Système 20 : Séparation Préliminaire et Refroidissement de Production.
- Système 23 : compression de gaz
- Système 24: Déshydratation de Gaz
- Système 38: Elimination d'Eau Produite
- Système 45: Gaz Combustible
- Système 43 : Torches Haute et Basse Pressions
- Système 52: Eau de Circuit
- Système 53: Eau Douce
- Système 63 : Air Régulé des Instruments et des Equipements
- Système 64: Gaz Inerte
- Système 62 : Stockage et Distribution de Diesel
- Système 54 : Stockage et Vidange de Glycol
- Système 80: Production d'Electricité Principale
- Système 101 : Traitement des Eaux Usées.

## I.2 Vue d'Ensemble du Procédé (REG CPF) : [2] [3]

Le gaz en provenance du réseau collecteur est acheminé vers un seul Inlet Separator de production à deux phases VA-020001, en service à 100%, dimensionné pour assurer une séparation gaz/eau convenable, et pour la prise en charge de l'arrivée intermittente de 10m) de bouchons d'eau de condensation. Il n'existe aucune installation de séparation d'essai au niveau de la station.

L'Inlet Separator est un récipient de séparation vertical à deux phases, dans lequel la séparation gaz/eau est assistée par un bloc des ailettes situées dans la section supérieure. Les liquides séparés s'accumulent au fond du récipient, et sont acheminés, sous contrôle de niveau, vers le bassin d'évaporation

via le collecteur de dégazage. Legaz provenant du Inlet Separator est refroidi par deux Production Gas Coolers en service à 50%, HC-020101 et HC-020201, en été, le gaz provenant du séparateur est refroidi jusqu'à une température maximale de 55°C. En hiver, la température de refoulement à partir des Production Gas Coolers sera réglée manuellement.

Chaque refroidisseur comprend une batterie de six aéro-refroidisseur à ailettes, chacun refroidi par un ventilateur motorisé KE-020101A-F. A Reg chaque refroidisseur de gaz de production est doté d'une double batterie d'aéro-refroidisseur à ailettes, refroidie chacune par un ventilateur motorisé KE-020101A/B. Le gaz refroidi sortant des Production Gas Coolers est acheminé vers deux trains de contacteur au glycol et de régénération identiques et parallèles. La déshydratation du gaz est accomplie afin d'éliminer toute condensation à l'intérieur du réseau de pipelines inter-champs, y compris dans les installations de branche morte de surface, telles que les gares de racleurs. La déshydratation du gaz se fait par absorption, par l'emploi du tri éthylène glycol. Le gaz entre dans le Glycol Contactor VB-024101 par la section base du récipient. Dans cette section le liquide est séparé, avec l'assistance par un débrumiseur situé au-dessous du plateau de cheminée. Le liquide séparé est conduit, sous contrôle de niveau, vers le bassin d'évaporation via le collecteur de dégazage. Le courant de gaz passe à travers le plateau de cheminée pour entrer en contact, dans une colonne à garnissage, avec un écoulement à Contre-courant deglycol pauvre descendant à travers la colonne. Le glycol pauvre absorbe l'eau résiduelle du courant de gaz, et s'accumule autour de la base du plateau de cheminée comme glycol riche en eau. A partir de là, le glycol riche est envoyé, sous contrôle de niveau, vers la centrale de régénération de glycol pour être régénéré avant d'être remis en circulation en tant que glycol pauvre. Le courant de gaz sec sortant du sommet de la colonne garnie passe à travers un débrumiseur, qui en ôte tout glycol entraîné, puis quitte le haut du Glycol Contactor. Le gaz est alors acheminé vers le collecteur d'exportation, et de là vers le pipeline de 24 pouces de Krechba. Un support de racleurs est prévu pour le lancement de racleurs dans les pipelines à des fins de nettoyage des résidus accumulés.

### **I.3 Vue d'Ensemble des Utilités :**

La station de champ est dotée des réseaux d'utilités suivants :

- Système de Gaz Combustible
- Réseaux de Torche Haute et Basse Pressions
- Eau du Circuit
- Eau Douce
- Air Régulé des Instruments et des Equipements
- Système de Production de Gaz Inerte
- Stockage et Distribution de Diesel



- Stockage et Vidange de Glycol
- Production d'Electricité Principale
- Production d'Electricité de Secours
- Assainissement, Evacuation et Traitement des Eaux Usées.

### **I.3.1 Compression de gaz (système 23) :**

Le déclin des pressions des réservoirs dans les gisements de gaz existants dans les installations REG a conduit à la nécessité d'installations supplémentaires de compression qui doivent être installées comme une extension de l'installation REG ; Ceci est utilisé pour maintenir la même pression de gaz dans le pipeline d'exportation à Krechba. La nouvelle installation de gaz comprend les équipements suivants répartis en différents systèmes de traitement :

#### **I.3.1.1 Process Systèmes :**

- **System 23 Field Compression :**
  - ✓ 1 Inlet separator
  - ✓ 1 Inlet cooler
  - ✓ 2 Scrubber (one each train)
  - ✓ 2 gas driven single stage compressors
  - ✓ 2 discharge coolers (one each train)
- **System 38 Produced Water :**
  - ✓ 1 Produced water degassing drum VD-038700
  - ✓ 2X100% Produced water Pumps PA-038700A\B
- **Utilities :**
  - ✓ System 43 HP Flare
  - ✓ System 44 LP Flare
  - ✓ System 45 Fuel Gas
  - ✓ System 63 Instrument Air
  - ✓ System 64 Inert Gas
  - ✓ System 81 Power Generation
  - ✓ System 84 Essential Diesel Generator.

### **I.3.2 Train 300 :**

Le 3<sup>ème</sup> train de l'installation de déshydratation de Glycol (Train 300) est installé au REG CPF pour traiter le gaz provenant d'IS CPF. Le Gaz HC de la décharge de la Centrale du Compresseur REG CPF passe dans les trois Train de Déshydratation, avec le Train 300 fonctionnant toujours à pleine charge

tandis que le gaz en excédent est réparti sur les Train 100/Train 200.

- L'objectif de ce système est d'atteindre une spécification du point de rosée de l'eau de 0°C (à gamme complète des pressions de fonctionnement) pour le gaz à la sortie de déshydratation qui est ensuite destiné à être exporté via un pipeline après le passage dans un Séparateur de sortie glycol (K-VD-024306).
- Il est prévu d'atteindre ça par : Le fonctionnement du train 300 à pleine charge distribuer le flux restant sur contrôle de pression à travers les trainsexistants (Train 100 & 200).

### I.3.3 Les Arrêts d'Urgence :

Les systèmes d'arrêt d'urgence (ESD), les systèmes de gaz et d'incendie et les systèmes de déclenchement des fournisseurs sont conçus pour permettre un processus d'intervention manuelle ou automatique lorsque des conditions dangereuses ou potentiellement dangereuses se présentent et lorsqu'une perte critique de contrôles intervient.

Le but est la protection du personnel et des avoirs en plaçant automatiquement les installations dans une condition sécuritaire et contrôlée à partir de laquelle les instigateurs d'arrêt peuvent être enquêtés et gérés avant de restaurer les systèmes et les facilités à un mode opérationnel normal.

La hiérarchie du système d'ESD des facilités de champ de REG comprend trois niveaux d'arrêt comme suit :

- Niveau 1
- Niveau 2A
- Niveau 2B
- Niveau 3

#### I.3.3.1 Arrêt de Niveau 1 :

**Causes :** Bouton-poussoir 'Arrêt des facilités' (079-HS-001) de la salle de Contrôle (Par le bouton d'arrêt général dans le DCS).

**Effets :** Fournit une entrée au niveau d'ESD 2A - Arrêt général de l'unité avec dépressurisation de la facilité de phase 1 et de la facilité de compression. Isole tous les entraînements électriques dans la facilité de compression de champ et la facilité de phase 1, et isole les télécommunications UPS aux antennes MF/HF.

#### Arrêt de Niveau 2A

**Causes :** Bouton-poussoir de champ (079-HS-004 de la facilité de Phase 1 et 079-HS-066 de la facilité de compression), feu et gaz confirmés (votés) dans l'aire de production et la facilité de compression, déclenchement en cascade du niveau d'ESD 1.

**Effets :** Arrêt général des installations avec dépressurisation.

Fournit une entrée au niveau d'ESD de phase 2B et déclenche toutes les BDV dans la facilité de compression de champ et dans l'ensemble de l'aire de production.

#### **Arrêt de Niveau 2B**

**Causes :** Bouton-poussoir 'Arrêt de production' de la salle de contrôle centrale, basse pression basse de l'air d'instrumentation et déclenchements en cascade des ESD de niveau 1 et 2A.

**Effets :** Arrêt général des installations sans dépressurisation.

Fournit une entrée à l'ESD de niveau 3. Déclenche toutes les SDV/ESDV (y compris les vannes de limite d'unité), et les vannes latérales, tous les étranglements activés et isole toutes les prises d'alimentation extérieures.

#### **I.3.4 Conclusion :**

On a vu dans ce chapitre une aperçue générale sur le projet d'In Salah Gas, tel que : la situation géographique, les différents sites de projet, la description des installations, Vue d'Ensemble du Procédé (REG CPF), le nouveau train 300, et les différents arrêts d'urgences.

# **CHAPITRE II :**

## **Généralité Sur L'incendie**

## II. Introduction :

Ce chapitre est une étude théorique des incendies (ses composantes - types - classement - modes de propagation) afin de faciliter et connaître les moyens de prévention et intervention.

### II.1 Triangle De Feu: [4] [5]

La combustion ne peut avoir lieu que si les trois éléments suivants sont présents simultanément :

- un comburant (ici l'oxygène).
- un carburant (ici le carbone, l'hydrogène, le soufre ou combustible, ...).
- une source d'inflammation ou source d'énergie.

Ceci est fréquemment illustré par le triangle de feu. Chaque côté du triangle représente un élément (figure II .3).



Figure II. 3: triangle de feu

## II. 2 Phénomènes De La Combustion:

### II. 2 .1 Mécanisme De La Combustion:

La combustion est une réaction chimique d'oxydoréduction rapide entre un combustible et un comburant. Cette réaction se fait avec un dégagement de chaleur. Elle est dite exothermique.

Si la réaction est lente, comme dans le cas du fer qui rouille, on ne parle pas de combustion mais d'oxydation

Tableau II. 1: Réactions chimiques de combustion

Réactions de combustion	Remarques	Quantité de chaleur dégagée kJ/mol
Carbone + oxygène → gaz carbonique C + O <sub>2</sub> → CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> en quantité juste suffisante : mélange stœchiométrique	400
Carbone + oxygène → monoxyde de carbone C + $\frac{1}{2}$ O <sub>2</sub> → CO	O <sub>2</sub> en défaut	
Hydrogène + oxygène → eau H <sub>2</sub> + $\frac{1}{2}$ O <sub>2</sub> → H <sub>2</sub> O	Mélange stœchiométrique	290
Méthane + oxygène → gaz carbonique + eau CH <sub>4</sub> + 2 O <sub>2</sub> → CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	Mélange stœchiométrique	900
Ammoniac + oxygène → acide nitrique + eau NH <sub>3</sub> + 2O <sub>2</sub> → HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	Mélange stœchiométrique	
Soufre + oxygène → dioxyde de soufre S + O <sub>2</sub> → SO <sub>2</sub>	Mélange stœchiométrique	

Les réactions ci-dessus représentent le bilan global de la combustion.

En fait ces réactions se déroulent suivant des mécanismes complexes mettant en jeu des (radicaux libres). Ces radicaux :

- sont des atomes possédant un électron indépendant, ce qui leur confère une grande réactivité
- réagissent entre eux dans une succession d'étapes (initiation, propagation, ramification, extinction) appelées réactions radicalaires.

Ainsi une molécule d'hydrogène est dissociée par une étincelle en 2 radicaux libres qui vont pouvoir réagir avec l'oxygène.

## II .2.2 Comburants (oxygène de l'air):

Dans la plupart des cas, le comburant est l'oxygène de l'air ambiant (environ 21% d'oxygène 79% d'azote). Pour que l'air soit un comburant efficace, il faut qu'il contienne plus de 15 % d'oxygène. L'oxygène est un comburant d'autant plus puissant que sa concentration est plus élevée dans le mélange gazeux.

Ainsi, l'oxygène liquide un pouvoir comburant considérable. Les corps combustibles poreux ou adsorbants imprégnés d'oxygène liquide sont des explosifs extrêmement puissants. L'azote est inerte et ne participe pas à la combustion, aussi :

### II .2.2.1 Energie D'activation:

Grandeur dont l'accroissement se traduit par une augmentation de la température du corps auquel elle s'applique. Forme d'énergie, perceptible par la température qu'elle confère à un corps.

**électrique** : statique : accumulation de charges sur une surface (frottement entre deux mauvais conducteurs, foudre...).

**dynamique** : courant électrique (appareil électrique, ampoule, fusible...).

**chimique** : réactions exothermiques (combustion, polymérisation, acide-base...).

**mécanique** : potentielle et cinétique (chute d'un corps, frottement, choc entre 2 corps...).

**biochimique** : réactions du monde vivant (fermentation, réactions bactériennes...).

**nucléaire** : fusion (bombe thermonucléaire, soleil) et fission (réacteur nucléaire...).

**naturelle** : phénomènes de la nature (soleil, foudre, volcan, météorites...).

LA PREMIÈRE MÉTHODE POUR ÉTEINDRE UN FEU VA CONSISTER À PRIVER LE FEU D'OXYGÈNE

### II. 3. Les sources d'incendie : [6] [7]

Les sources d'inflammations à identifier sont d'origines diverses:

- **Thermiques : surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par points chauds...** etc.

Les travaux par points chauds (soudage au chalumeau, oxycoupage...) sont des sources majeures de sinistres : ils sont responsables d'environ un incendie sur trois ;

- **Electriques : étincelles, échauffement...**

La vétusté, le caractère improvisé ou la surcharge de certaines installations entraînent des échauffements à l'origine de bon nombre de départs d'incendies (environ un incendie sur trois) ;

- **Electrostatiques : décharges par étincelles...**

L'électricité statique peut être à l'origine d'étincelles suffisamment énergétiques pour être une source d'inflammation ;

- **Mécaniques** : étincelles d'origine mécanique, échauffement...

Les échauffements et les étincelles d'origine mécanique, résultant de friction, de choc et d'abrasion,

ou de défaillances (roulements, paliers...) peuvent être à l'origine de températures très élevées et/ou de projections de particules incandescentes ;

➤ **Climatiques** : foudre, soleil...

Un impact de foudre peut constituer une source d'inflammation directe ou à distance en induisant des surtensions ou des échauffements dans les équipements ;

➤ **Chimiques** : réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement de réaction...

Les réactions chimiques peuvent dégager suffisamment de chaleur pour être une source d'inflammation ;

➤ **Bactériologiques** : auto-échauffement

La fermentation bactérienne peut provoquer un dégagement de chaleur et favoriser les conditions d'amorçage d'un auto-échauffement.

## II. 3 .1. Les Effets du feu

### II. 3 .1.1. Les Gaz de combustion

La combustion des matériaux s'effectue en dégageant un certain nombre de gaz qui peuvent avoir des effets toxiques et corrosifs.

Ces gaz vont contribuer à la propagation du feu. La nature des matériaux combustibles peut permettre de prévoir les caractéristiques des principaux gaz de combustion.

Les principaux gaz susceptibles de se dégager sont [HOO11] :

**CO** : Oxyde de carbone très toxique, mortel à 0,3 % dans l'air ; provoque des réactions irréversibles sur le sang. Sa formation est particulièrement importante dans les feux couvant, par manque d'oxygène.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone (ou gaz carbonique) n'est pas toxique, mais n'entretient pas la vie.

**HCl** : gaz chlorhydrique toxique produit par la combustion des PVC (polychlorures de vinyle), des matériaux ignifugés. Il est irritant et donc détecté rapidement par l'odorat. Très soluble dans l'eau, il pollue les eaux d'extinction.

**HCN** : gaz cyanhydrique produit par la combustion des matériaux azotés (laine, soie, polyamide, butadiène, polyuréthane, etc.).

Émis à partir de 250 C°, il est très toxique et dangereux en début d'incendie. Hydrosoluble, il est entraîné par l'eau sous forme d'acide cyanhydrique dilué.

**NO<sub>x</sub>** : Divers gaz formés par la combustion des composés azotés :

- NO monoxyde d'azote, le plus toxique,
- NO<sub>2</sub> peroxyde d'azote (vapeurs rousses).

### II. 3.2 Les fumées :

Les fumées sont constituées de gaz de combustion et sont chargées de particules solides de produits



imbrûlés.

Elles présentent donc tous les dangers des gaz de combustion mais sont opaques du fait de la présence de particules solides.

Les fumées comportent souvent des gaz imbrûlés, portés à température élevée. Ce mélange est souvent à l'origine de la propagation du feu.

Les fumées dégagées par l'incendie ont par ailleurs pour effet de gêner et même souvent d'empêcher toute intervention des secours[HOO11].

### II. 3.2.1 Les phases de l'incendie

Dans le déroulement d'un incendie, on peut distinguer cinq phases qui se déroulent successivement. (figure II .4)

La courbe de la figure 12 représente le développement d'un incendie en considérant qu'il était suffisamment alimenté en comburant, en combustible et en énergie[HOO11].

**Phase 1 : feu couvant** ; après allumage par un point chaud (cigarette, allumette, court-circuit, soudure...), il y a début de combustion avec formation de fumées (OA).

**Phase 2 : combustion** ; apparition de flammes avec dégagement de gaz chauds et incomplètement brûlés (AB).

**Phase 3 : embrasement généralisé ou « flash over »** ; les gaz chauds (combustibles) et les particules imbrûlées des fumées portées à température d'auto- inflammation provoquent l'embrasement (BC).

**Phase 4 : développement de l'incendie** ; cette phase dépend de l'aliment du feu en combustible et en comburant (CD).

**Phase 5 : décroissance** ; soit du fait de l'intervention, soit du fait de la disparition du combustible.

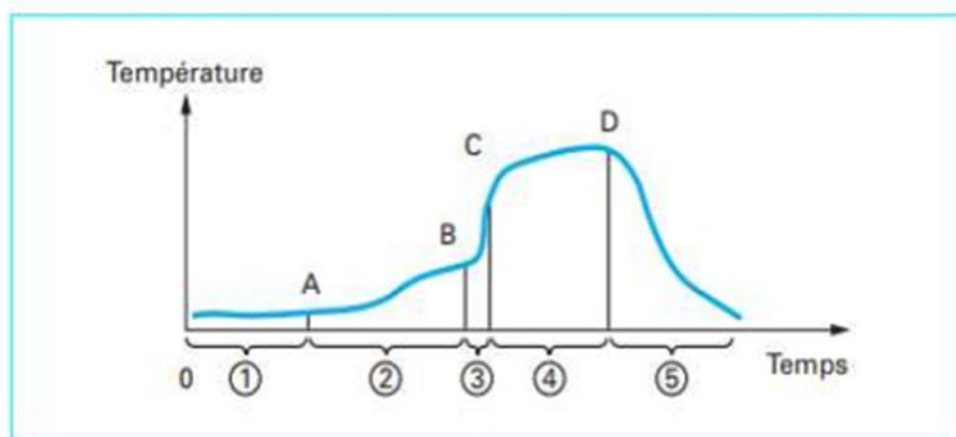


Figure II. 4: Les cinq phases de l'incendie

## II. 4 les classes de feu






Classes	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe F / K
Signalétique					
Dénomination	Feux de solide formant des braises	Feux de liquides ou de solides liquéfiables	Feux de gaz Feu d'origine électrique	Feux de métaux	Feux de cuisson
Combustible	Bois, papier, tissu, plastiques (Polychlorure de vinyle), déchets ...	Hydrocarbures (essence, fioul, pétrole), alcool, solvants, acétone, paraffine, plastiques (polyéthylène, polystyrène), graisses, goudrons, vernis, huiles, peinture et câble électriques, Gaz inflammable	Propane, butane, acétylène, gaz naturel ou méthane, gaz manufacturé. Equipements électriques, Equipements	Limaille de fer, phosphore, poudre d'aluminium, poudre de magnésium, sodium, titane, ...	Huiles et graisses végétales ou animales (Auxiliaires de cuisson)(cocotte minute, friteuse, )
Agent extincteur	Eau pulvérisée (A) Eau pulvérisée avec additif ( <u>émul</u> 'mousse) Gaz inerte	Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ) Eau pulvérisée avec additif ( <u>émul</u> seur) (AB) ou <u>mousse</u> Poudres BC (BC) - Gaz inerte	Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ) Poudres BC (BC)	Extinction réservée aux spécialistes avec du matériel adapté (poudres D) (D) ( <u>sable sec</u> , <u>terre sèche</u> ).	Poudres BC (BC) Agents de classe F (carbonate de potassium ou acétate d'ammonium)
	<b>Poudres polyvalentes ABC</b>				
Manœuvres et risques	L'eau est indiquée, bon marché, et agit par refroidissement.	Extinction au CO <sub>2</sub> à condition que la surface enflammée ne soit pas trop grande.	Fermer la vanne d'alimentation. Attention : risque d'explosion en cas de soufflage de la flamme !	Danger d'explosion : eau interdite !	Refermer le récipient avec le couvercle, une couverture anti-feu ou une serpillière humide (pas trempée ! <u>l'huile réagit violemment au contact de l'eau</u> )

Tableau II. 2: classe de feu

### II. 4 .1. Propagation De L'incendie :

#### Facteurs de propagation :

Les principaux paramètres de la phase de développement du feu sont liés :

- La quantité de combustible présent qui détermine la quantité d'énergie disponible.
- Au pouvoir calorifique de combustible.
- A la forme des matériaux.
- Aux produits de décomposition : certains matériaux engendrent des gaz combustibles propageant l'incendie à de grandes distances comme le plastiques ..... ;
- Au degré hygrométrique : la sécheresse augmente les possibilités d'inflammation
- A la ventilation et à la circulation des gaz qui sont fonctions de l'importance, de la forme et de la répartition des ouvertures (portes, fenêtres, exutoires de fumées.....)
- A la nature du local en feu : les dimensions du local et la nature des parois vont conditionner son isolement thermique.

## II.4.2. Différents Modes De Propagation : [8] [9]

À l'instant où les réactions de combustion sont déclenchées, d'importantes quantités de chaleur sont libérées et leur transmission peut entraîner une généralisation de l'incendie. La propagation du feu s'effectue par : (figure II .5.1)

- transmission de chaleur : conduction, convection, rayonnement
- transport du feu : Transfert de corps enflammés

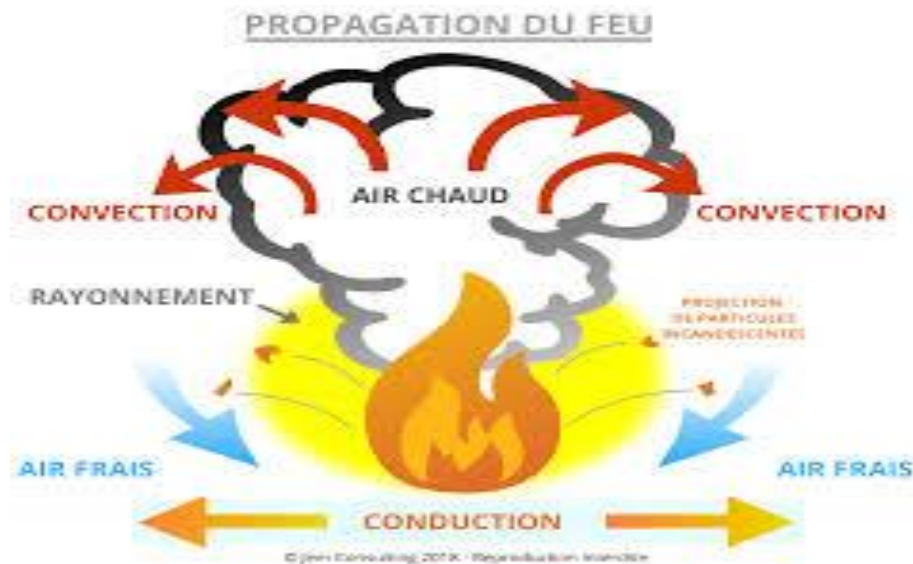


Figure II. 5: propagation de feu

### II.4.2.1 Par rayonnement :

Le feu dégage de la chaleur qui va chauffer toutes les matières combustibles qui sont accolé et aussi l'air ambiant. (figure II .5.1)

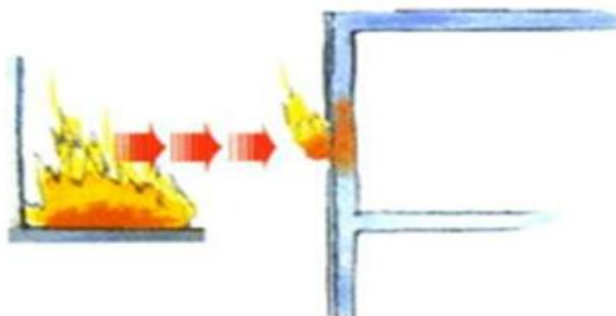


Figure II 5.1: Propagation du feu par rayonnement

### II.4.2.2 PAR conduction :

C'est le passage de chaleur à travers les matériaux. (figure II .5.2)

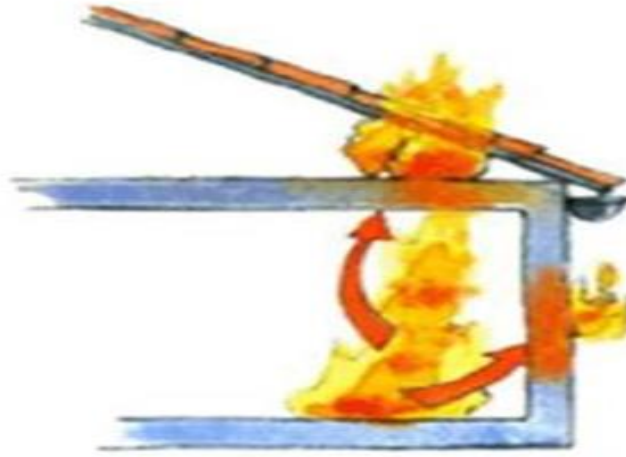


Figure II. 5.2: Propagation du feu par conduction

### II.4 .2.3 Par convection :

C'est l'élévation des gaz chauds et des fumées dans le volume, et qui chauffe les parties hautes de celui-ci. (figure II .5.3)

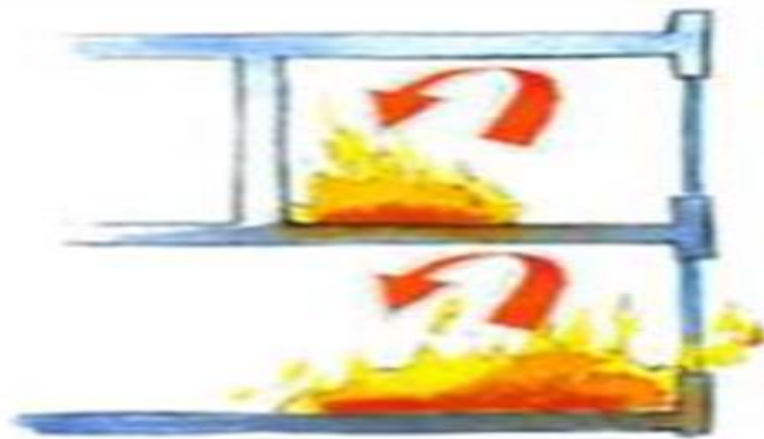


Figure 5.3: Propagation du feu par la convection

## II. 5 Conclusion :

Après l'étude théorique des incendies et savoir former les éléments qui le composent, il est devenu facile de trouver des moyens de les prévenir ou de mettre des méthodes et moyens d'intervention pour chaque type d'incendie, à travers ce chapitre nous pourrions connaître les systèmes de détection et les moyens d'intervention d'incendie.

**CHAPITRE III :**  
**Les Critères Généreux De Système Sécurité**  
**Incendie Et Réseaux Anti Incendie**

### **III .1. Introduction :**

Puisque les incendies causent de grandes pertes aux entreprises (matérielles - humaines - naturelles), et classés dans les risques majeurs, Donc les entreprises doivent protéger leurs biens en suivant les lois et les normes internationale et nationale et en exploitant tous les moyens (matériels - et humains) pour éviter les risques et les pertes ; parmi ces moyens se trouve un système de sécurité incendie et réseau anti incendie . C'est ce que nous apprendrons dans ce chapitre.

### **III .2. Analyse Préliminaire des Risques (APR) et Etude De Dangers (EDD)**

Sur un site industriel, l'ensemble des événements redoutés (ou initiateurs) est identifié le plus souvent lors de l'analyse préliminaire des risques.

Un événement redouté et ses conséquences constituent un scénario, il nécessite la mise en place de mesures de prévention et / ou de détection et / ou de protection.

La quantification des conséquences d'un scénario en termes de gravité et de probabilité permet d'élaborer l'étude de dangers du site, bien utilisée, l'étude de danger représente un outil précieux pour la mise en place des moyens de prévention, détection et protection sur un site.

L'impact de chaque scénario est traduit sous forme de cercles de danger, les cercles représentés sur le plan d'implantation permettent d'identifier les équipements (bacs, manifold, bâtiments, accès), impactés par l'événement. Certains de ces éléments peuvent, alors, à leur tour générer eux-mêmes un nouvel événement initiateur avec ses propres conséquences (effet domino), cet effet domino doit être pris en compte dans le design des moyens de prévention.

### **III .3. Principes de base de la protection incendie: [10] [11]**

La protection incendie met en œuvre l'ensemble des techniques disponibles, afin d'adapter au mieux les solutions possibles par rapport au risque identifié :

- Protection passive (mur coupe-feu, mur anti-explosion)
- Protection active (eau, mousse, autres systèmes)

La combinaison de ces différentes possibilités détermine le plan d'intervention, en permettant d'optimiser les moyens mis en œuvre et le temps de réaction associé.

L'objectif habituel d'un système de protection est de pouvoir empêcher un événement mineur de se développer en événement majeur pour l'installation et son environnement.

Le dimensionnement de l'installation incendie repose généralement sur le principe d'un seul événement qui peut survenir à la fois sur l'installation. La grande variété et l'intensité des feux possibles dans les installations de traitement des hydrocarbures impliquent que la détermination du moyen de

protection et donc du besoin en eau associé n'est pas une science exacte. Par conséquent nous avons recouru aux normes suivantes :

- NFPA (National Fire Protection Association) ;
- BS (British Standard).

Dans notre étude, nous allons nous référencier aux normes américaines NFPA.

### **Définition de la norme NFPA :**

NFPA (Association nationale de protection contre l'incendie), a été fondée est née aux États- Unis en 1896, cette organisation à composition international établit et met à jour la protection incendie et les mesures de prévention.

### **III .4. Les différents systèmes de protection:**

La plupart des installations utilise trois types d'équipements de lutte incendie, pouvant être mises en œuvre immédiatement :

- Système fixe : système de protection installé en permanence et connecté à une source d'agent extincteur (eau, mousse, CO<sub>2</sub>, ..).
- Système semi-fixe : système de protection installé en permanence non connecté à une source d'agent extincteur (connexion effectuée par du personnel entraîné).
- Equipements portables : équipements amenés sur le lieu de l'incident et mis en œuvre manuellement.

### **III .5. Caractéristiques principales des différents éléments d'une installation fixe:**

- Une installation de protection fixe comprend classiquement .
- Des systèmes de détection et d'alarme .
- Une réserve d'eau incendie et d'émulseur.
- Une pomperie (pompes principales et pompes jockey).
- Un réseau maillé sectionnable d'eau.
- Des consommateurs (diffuseurs, déversoirs, poteaux incendie, lances monitors).

### **III .6. Système Sécurité Incendie (SSI):**

#### **III .6. 1. Définition D'un S.S.I :**

C'est un ensemble des matériels servant à collecter toutes les informations ou ordres liés à la seule sécurité incendie, à les traiter et à effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité d'un bâtiment ou d'un établissement en cas d'incendie. (figure III .6)

**Système sécurité incendie (SSI) = Système détection Alarme Incendie(SDAI) + Système de Mise en Sécurité Incendie (SMSI)**

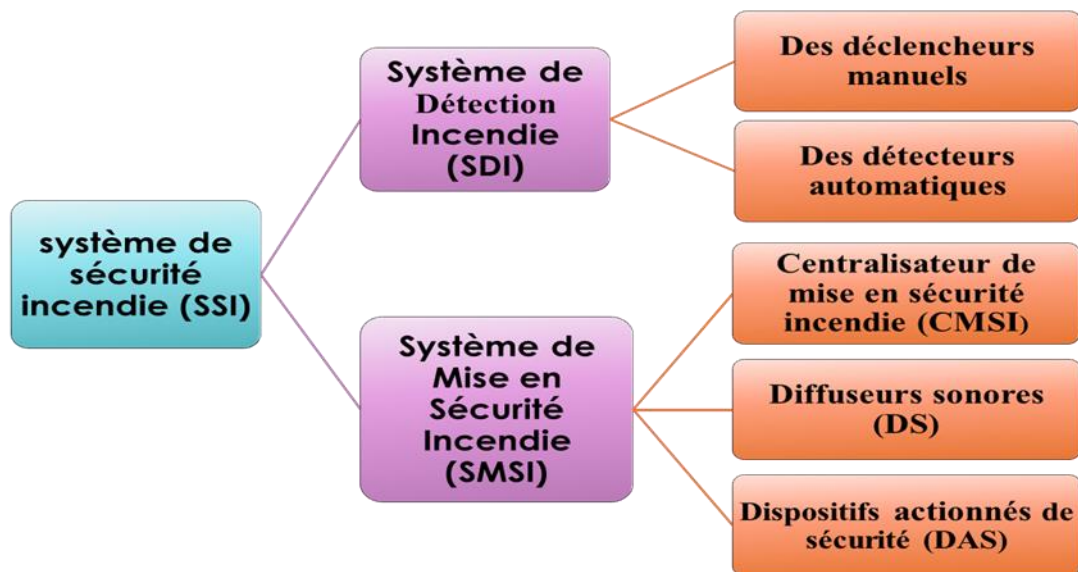


Figure III. 6: compasantes système securite incendie .

### III.6.2. Objet Du SSI :

- Collecter toutes les informations ou ordres liés à la seule sécurité incendie
- Traiter ces informations ou ordres
- Effectuer les fonctions de mise en sécurité

La mise en sécurité peut comporter les fonctions suivantes :

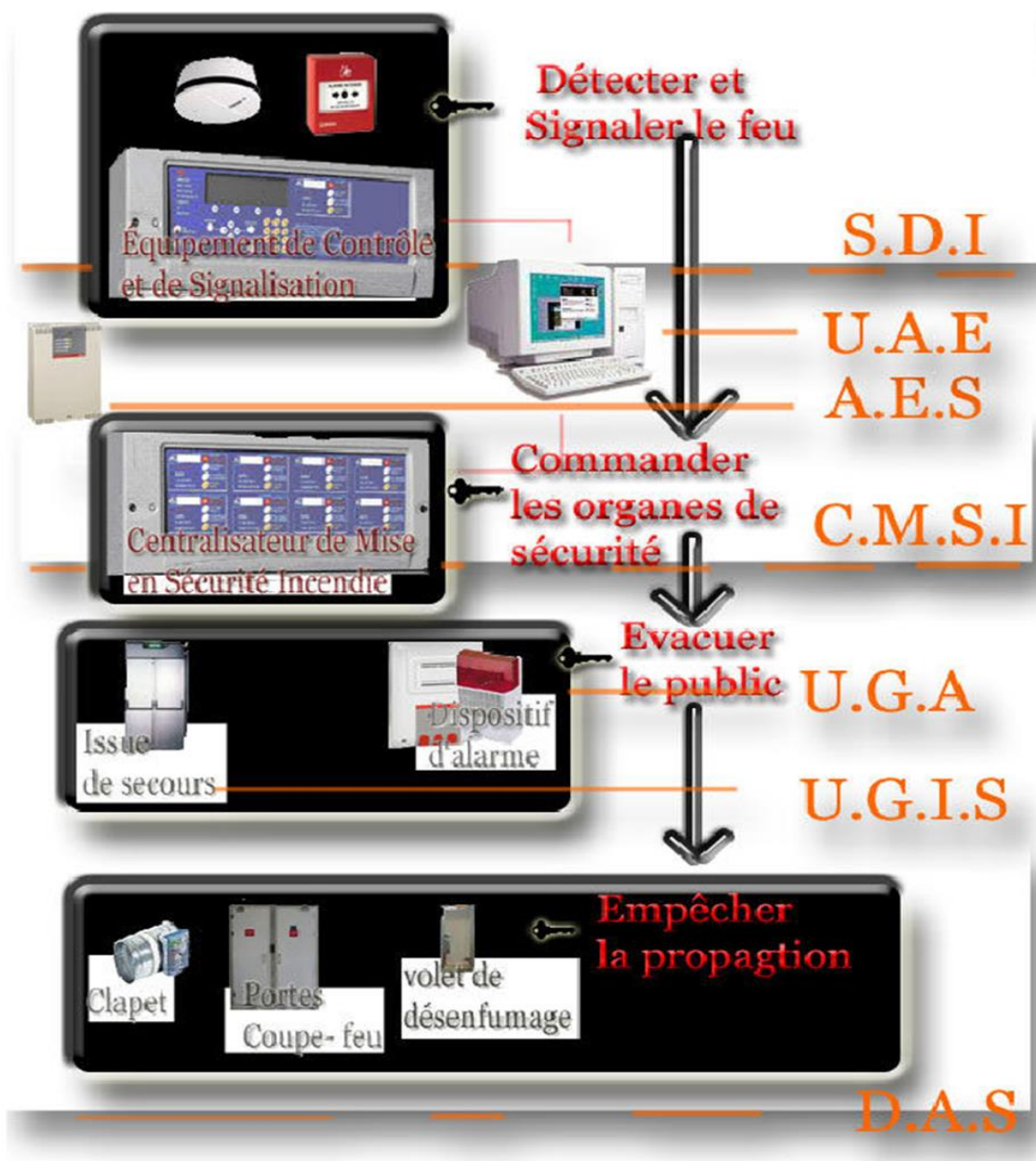
- Compartimentage
- Évacuation des personnes (diffusion du signal d'évacuation, gestion des issues)
- Désenfumage
- Extinction automatique
- Mise à l'arrêt de certaines installations techniques

Les principes de feu :

- Détecter et signaler le feu
- Commander les organes de sécurité
- Evacuer le public
- Empêche les propagations



### III .6.3. Principe Du Système De Sécurité Incendie :



#### III .6.3.1. Detecter Et Signaler L'incendie:



Le tableau de signalisation permet la localisation précise des feux et des défauts. On peut du SDI avoir le contrôle automatique de l'installation, la mise en/hors service de points et de zones de détection.

**III .6.3.2. Les déclencheurs manuels :**

L'action sur un déclencheur manuel aura pour effet le déclenchement de l'alarme générale sélective sans temporisation avec dé condamnation des issues normales et de secours.

**III .6. 3.3 Les indicateurs d'action**

permettent de renseigner du déclenchement d'un détecteur de l'extérieur du local sinistré la détection incendie permet la détection rapide d'un début d'incendie :

- soit par analyse de la composition de l'air
- soit par élévation de température
- soit par détection optique de fumée ou de chaleur

Les détecteurs utilisés seront les suivants :

**III .6. 3.4 Détecteurs de fumées optiques (sensibles aux fumées et gaz de combustion)**

Une source lumineuse éclaire une chambre de détection obscure. Cette chambre contient aussi une cellule photoélectrique qui transforme la lumière en un faible courant électrique. Lorsque les particules de fumée pénètrent dans la chambre de détection, la lumière est réfléchiée sur la surface des particules de fumée et entre en contact avec la cellule, ce qui déclenche l'alarme.

**III .6.3.5 Détecteurs thermovélocimétriques (sensibles à l'élévation de température.) :**

Le détecteur thermovelocimétrique ponctuel utilise le principe de la mesure de la température par l'intermédiaire d'un capteur composé essentiellement d'une thermistance faible inertie.

**III .6.3.6 Détecteurs multicritères :**

plusieurs paramètres synthésés pour la détection des secteurs à présence de fumées occasionnelles comme les parkings ou ateliers. La sensibilité de chaque détecteur de fumée sera programmable en fonction de son environnement

**III .6.3.7 Détecteurs de type ionique :**

Les détecteurs de fumée de type ionique réagissent vite aux incendies rapides et violents qui consomment les matières combustibles et s'étendent à une vitesse affolante



### III.6.4 Commander Les Organes De Sécurité:



#### III .6.4.1 Le SMSI- Système de mise en sécurité incendie:

Le Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie Partie intégrante du SMSI qui permet d'ANALYSER et de gérer la mise en sécurité aussi bien des ordres manuels qu'électrique. Système constitué de l'ensemble des équipement, assurent les fonctions de mise sécurité d'un bâtiment en cas de détection incendie.

#### III .6.4.2 les composants :

##### III .6.4.2.1 Le centralisateur de mise en sécurité incendie (CMSI):

Intégré à la centrale ou séparé, il déclenche automatiquement les fonctions d'évacuation, de compartimentage et de désenfumage. (DAS).



##### III .6.4.2.2 l' unite de commande manuelle centralisee (ucmc)

Ce sont les boutons sur lesquels il faut appuyer pour forcer le déclenchement des D.A.S. en cas de dysfonctionnement.



##### III .6.4.2.3 L'alimentation électrique de sécurité (AES) :

Alimente les asservissements en cas de coupure de l'alimentation principale.

##### III .6.4.2.4 l'unite de signalisation (us) :

Permet de visualiser les DAS. déclenchés ou non. signification des leds :

- Une **L. E. D. orange continue** correspond à un dérangement du DAS (court circuit sur une ligne par exemple)(DAS : dispositifs actionnés de sécurité portes, clapets, trappes).
- une **L. E. D. rouge continue** signifie que les DAS concernés sont activés par l'alarme incendie (porte coupe feu déclenchée par exemple).
- une **L. E. D. clignotante orange** signifie une mauvaise position d'un DAS (trappe ouverte) en fonctionnement normal.

- **une L. E. D. rouge clignotante** signale enfin un dysfonctionnement du DAS en désenfumage (un clapet ne s'étant pas déclenché).

### III .6.3.3 DISPOSITIFS ACTIONNES DE SECURITE (DAS) :

Ils concernent les fonctions suivantes :

- Alarme générale sélective.
- Compartimentage (portes de recoupement).
- Décondamnation des serrures des issues de secours.
- Arrêt d'installations techniques comme ventilation et climatisation.
- Arrêt de la sonorisation (afin de rendre audible la diffusion de l'alarme dans tout l'établissement).
- Désenfumage mécanique.

#### Liste des types de DAS :

- Ventouses ou ferme porte sur l'ensemble des portes de recoupement.
- Ventouses avec contrôle de position pour les DAS communs  
Commande des trappes et volets avec verrouillage inter-niveaux.
- Commande des ouvrants de façade.
- Commande des moteurs en toiture comprenant :



### III .6.4 Les accessoires de la tuyauterie du réseau d'eau d'incendie :

#### III .6.4.1 Système de pompage :

##### III .6.4.1.2 Généralités :

La mise en œuvre de procédés de transformation de matière nécessite très souvent le transport de fluides. L'acheminement d'un fluide d'un point à un autre peut être réalisé en utilisant les forces de gravité vide ou des pressions mais ces solutions sont limitées dans leur application ; dans la plupart des cas, on a recours aux pompes, permettant de travailler à des débits réguliers, contrôlés st sur des distances et des hauteurs importantes ;

Une pompe est un équipement permettant de transporter un fluide liquide d'un point A un point B.

Le mouvement du fluide est rendu possible grâce au moteur de la pompe (électrique, turbine...). L'énergie électrique ou thermique (ou autre...) du moteur de la pompe est transformée en énergie mécanique permettant ainsi au fluide de se déplacer.

L'énergie mécanique transmise au fluide se fait sous forme de pression (énergie potentielle) et sous forme d'un débit (cinétique).

### III .6.4.1.3 Pompière incendie :

Deux groupes de pompage avec différentes sources d'alimentation, électrique et diesel sont obligatoires. Chaque pompe doit pouvoir assurer à elle seule tous les besoins de l'installation, en termes de débit et de pression d'eau.

### III .6.4.1.4 Pompe Jockey (Pompe centrifuge) :

La pompe jockey est utiliser pour maintenir l'installation contre-incendie pressurisée en compensant les possibles pertes ou fuites dans l'installation et empêchant le démarrage de la pompe principale et effectue manœuvre de démarrage-arrêt à travers d'un signal du pressostat réglé entre deux valeurs de pression

La pompe centrifuge est constituée par : (figure III .7)

- Une roue à aubes tournant autour de son axe
- Un distributeur dans l'axe de la roue
- Un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine, il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante.

La pompe Jockey est jumelée à un réservoir à vessie ou à un accumulateur dont le but est de limiter la fréquence des démarrages de la pompe Jockey à une valeur acceptable, elle a un débit de 15m<sup>3</sup>/h.

L'accumulateur hydropneumatique est un complexe gazeux avec un élément de séparation gazliquide, le gaz utilisé est souvent de l'azote (inerte et bonne compressibilité)



Figure III. 7: Pompe Jockey (Pompe centrifuge)

### III .6.4.1.5 Pompes électriques (Pompes centrifuges) :

Dans la salle des machines on trouve 2 pompes électriques

Les caractéristiques principales des pompes électriques dont dispose l'unité sont : (figure III .8)

- Moteur triphasé avec tension d'alimentation de 380 V
- Puissance moteur 75 kW soit 100 chevaux
- Vitesse de rotation 2950 tr/min
- Fréquence 50 Hz
- Débit 150 m<sup>3</sup>/h



Figure III. 8: Pompes électriques

### III .6.4.1.6 Pompe Diesel :

Une pompe diesel anti-incendie est un équipement spécialement conçu pour lutter contre les incendies. Elle est alimentée en carburant diesel et est utilisée pour fournir de l'eau sous pression à des endroits éloignés où l'eau est difficile à atteindre ou où les sources d'eau sont limitées. (figure III .9)

Ces pompes sont équipées de moteurs diesel puissants, capables de produire des débits d'eau élevés et des pressions importantes.



Figure III. 9: Pompe Diesel

### III .6.4.2 Séquences de démarrage des pompes :

La pompe de pressurisation (type jockey) est maintenue en service, selon la sélection, en permanence et maintienne le réseau sous pression de 11.5 bars.

Si la pression dans le réseau chute à :

10.5 bars, la pompe Jockey démarre automatiquement.

9.5 bars la pompe diesel démarre automatiquement.

7 bars la pompe électrique démarre automatiquement.

### III .6.5 Les éléments du réseau :

#### III .6.5.1 Poteaux d'incendie :

Ils permettent de fournir aux pompiers l'eau dont ils ont besoin pour combattre les incendies. Ils sont reliés aux conduites du réseau par des conduites de raccordement dotées d'une vanne d'isolement. Un poteau d'incendie (figure III .10) doit comporter au moins deux prises latérales de 65 mm diamètre et une conduite de 100 mm de diamètre si le débit excède 5000 l/mm ou la pression si est faible. La superficie desservie par un poteau d'incendie dépend du débit nécessaire pour combattre les incendies ; plus le débit est élevé, plus les poteaux sont nombreux et rapprochés.



Figure III. 10: Poteaux d'incendie

#### III .6.5.2 Robinet d'incendie :

Elle s'appelle RIA (robinet anti incendie) (figure III .11) sont installés dans la zone de procès et autour du module. Ils sont toujours prêts à envoyer de l'eau après une simple manœuvre sur la vanne à passage direct.

Les tuyaux de ces dévidoirs sont en caoutchouc de type non pliable de résistant à l'huile, les tuyères ont double fonction, jet bâton et jet diffusé.

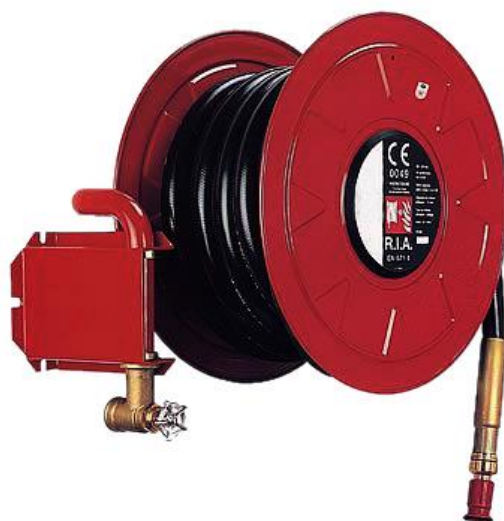


Figure III. 11: Robinet incendie(RIA)

### III .6.5.3 Zone de pompes à incendie :

Cet endroit est destiné aux pompiers (figure III .12) pour remplir le réservoir du camion, et ils ont la permission d'y entrer à tout moment. Cet espace est d'une grande importance afin d'aider à éteindre les incendies dans l'usine ou ses environs.

On y trouve trois types de pompes :

- Une pompe Jockey (pompe de maintien)
- Une pompes électriques.
- pompe diesel



Figure III. 12: espace pompier



# **CHAPITRE IV :**

## **Démarche pour l'analyse des risques**

## IV : Introduction :

Gérer un risque est un processus itératif qui a pour objectif d'identifier, d'analyser et de réduire au maximum le risque ou de le maintenir dans des limites acceptables. L'analyse de risques est une étape clé du processus de gestion des risques. Sa réalisation nécessite de mettre en œuvre une démarche structurée systématique. C'est ce à quoi sont destinées les méthodes d'analyse des risques que nous présentons dans ce chapitre on base sur la méthode HAZOP que nous utilisons dans le prochain chapitre.

### IV.1 Principes pour la gestion des risques : [12]

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable à un moment donné et dans un contexte donné.

De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque).
- Acceptation du risque.
- Maîtrise ou réduction du risque.

L'enchaînement de ces différentes phases est décrit de manière schématique (figure IV.13).

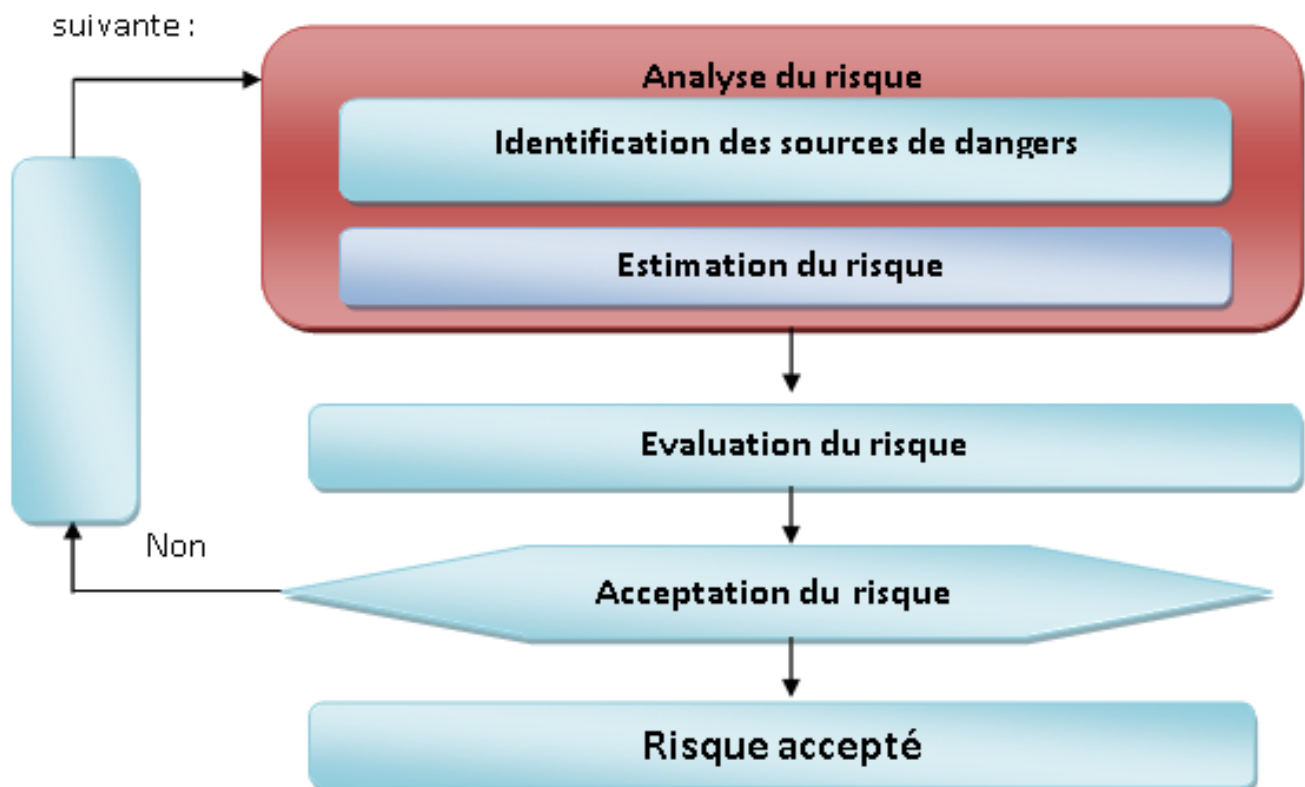


Figure IV. 13: Processus de gestion des risques

## IV.2 Analyse des risques :

L'analyse de risque Elle vise en particulier à identifier et décrire les scénarios qui peuvent conduire à une situation accidentelle et à en estimer la probabilité ainsi qu'un ordre de grandeur de gravité.

L'analyse du risque est définie aussi dans le Guide ISO/CEI 51 :1999 comme l'utilisation des informations disponibles pour : [13]

### IV.2 .1 Identification des sources de danger :

C'est repérer les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Ce travail consiste à s'interroger sur :

- la nature des dangers.
- Le nombre de personne potentiellement exposés.
- Le lieu, la durée d'exposition.
- Les circonstances d'exposition.

Comment procéder ?

- S'appuyer sur l'observation des situations de travail.
- Demander aux compagnons de décrire les situations dangereuses telles qu'ils les perçoivent.

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

### IV.2 .2 Estimation du risque :

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

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

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

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

Ainsi, la finesse dans l'estimation du risque dépend en partie de ces critères.

### **IV.2 .3 Évaluation du risque :**

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint (Guide ISO/CEI 51). Elle revient à comparer le niveau de risque estimé à un niveau jugé acceptable ou tolérable.

### **IV.2 .4 Acceptation du risque :**

La définition de critères d'acceptabilité du risque est une étape-clé dans le processus de gestion du risque dans la mesure où elle va motiver la nécessité de considérer de nouvelles mesures de réduction du risque et rétroactivement, influencer les façons de mener l'analyse et l'évaluation des risques.

Cette étape cruciale est bien souvent la plus délicate. Il est entendu que ces critères sont fonction du contexte de l'établissement concerné et des objectifs poursuivis dans la gestion des risques.

### **IV.2 .5 Réduction du risque :**

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier.

De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable.

De manière très générale, les mesures de maîtrise du risque se répartissent en :

Mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux.

➤ Mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux.

➤ Mesures (ou barrières) de protection : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

## **IV.3 Fiabilité des barrières de sécurité :**

Une barrière de sécurité est un élément matériel ou une procédure destiné à interrompre ou à modifier le scénario d'un accident de manière à réduire soit la fréquence (barrière de prévention) (figure IV.14) soit les conséquences (barrière de protection).

L'efficacité de ces barrières est l'aptitude de la barrière de sécurité à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie, dans son contexte d'utilisation et pendant une durée donnée de fonctionnement.

Les barrières de sécurité regroupent les barrières techniques de sécurité et les barrières organisationnelles de sécurité.

- **Barrière technique de sécurité :**

Un élément matériel, un dispositif de sécurité ou un système instrumenté de sécurité mis en place tant pour réduire la probabilité que les conséquences.

- **Barrière organisationnelle de sécurité :**

Une activité humaine (opération ou procédure) qui s'oppose à l'enchaînement d'événements susceptibles d'aboutir à un accident ou qui en diminue les conséquences

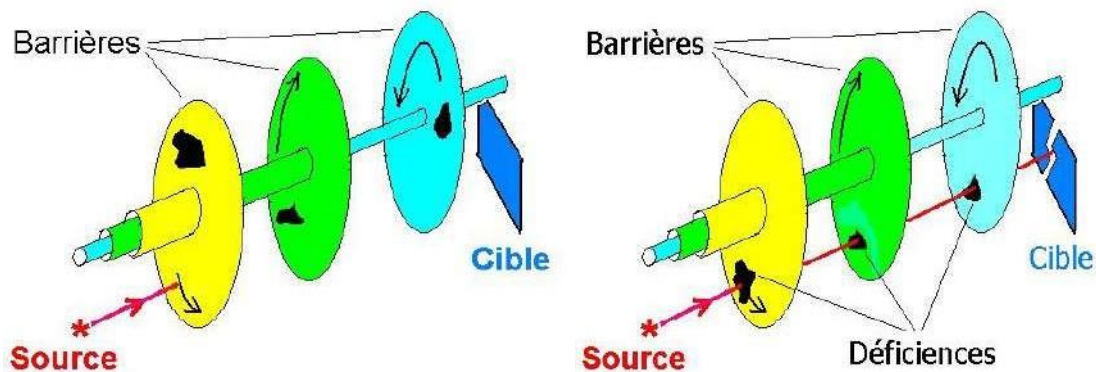


Figure IV. 14: Fiabilité des barrières de sécurité

## IV.4 Méthodes d'analyse et d'évaluation des risques

Les principales méthodes utilisées dans une démarche d'analyse des risques sont classées en trois principales catégories :

- Méthodes qualitatives.
- Méthodes semi-quantitatives.
- Méthodes quantitatives.

### IV.4.1 Méthodes qualitatives

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toutes autres analyses. En effet elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts.

Parmi les méthodes qualitatives les plus utilisées : APR et HAZOP.

## **IV.4 .2 Méthodes semi-quantitatives**

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purement qualitative ni purement quantitative. Cette démarche a pour but d'enlever l'aspect hautement subjectif de l'information utilisée dans l'approche qualitative en lui donnant plus de précision et d'exactitude.

De nombreuses méthodes et outils d'analyse et d'évaluation à caractère semi-quantitatif ont été développés parmi les : l'Analyse des couches de protection .

## **IV.4 .3 Méthodes quantitatives**

L'analyse quantitative des risques est considérée comme l'approche la plus retenue pour une bonne prise de décision sur les risques. Cette approche consiste à caractériser les différents paramètres d'analyse des risques par des mesures probabilistes.

L'obtention de ces mesures passe généralement par un traitement mathématique en prenant en compte les données relatives aux différents paramètres évalués et aussi aux informations qui sont de nature quantitative.

Parmi les méthodes quantitatives plus utilisées, en l'occurrence l'arbre des événements(ADE) et l'arbre de défaillances(ADD).

## **IV.5 Définition de la démarche d'analyse des risques :**

La définition précise de la démarche d'analyse des risques à mettre en œuvre demande notamment de choisir le ou les outils les mieux adaptés, de définir le groupe de travail qui participera à la réflexion et, le cas échéant, de fixer des échelles de cotation des risques et une grille de criticité.

### **IV.5.1 Choix de la méthode d'analyse des risques :**

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.

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.

### **IV.5.2 Approche déductive / inductive :**

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

Dans une approche inductive, une défaillance ou une combinaison de défaillances est à l'origine de l'analyse. Il s'agit alors d'identifier les conséquences de cette ou ces défaillances sur le système ou son environnement. On dit généralement que l'on part des causes pour identifier les effets.

A l'inverse, dans une approche déductive, le système est supposé défaillant et l'analyse porte sur l'identification des causes susceptibles de conduire à cet état. On part alors des effets pour remonter aux causes. L'analyse par arbre des défaillances constitue une des principales méthodes déductives.

Méthodes	Approche	Défaillances envisagées	Niveau de détail	Domaines d'application privilégiés
APR	Inductive	Indépendantes	+	Installations les moins complexes Etape préliminaire d'analyse
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

Tableau IV 3: Critères de choix pour les principales méthodes d'analyse des risques

## IV.6 Description de la méthode d'analyse des risques HAZOP :

### IV.6.1 Historique et domaine d'application :

La méthode HAZOP, pour HAZard OPerability, a été développée par la société Imperial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Elle a depuis été adaptée dans différents secteurs d'activité utilisant des systèmes thermo- hydrauliques (chimie, pétrochimie...).

L'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié en 1980 une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulé « Etude de sécurité sur schéma de circulation des fluides ».

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

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

## IV.6.2 Principe de la méthode :

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

L'HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. Pour chaque partieconstitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction :

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

<b>Mot-Clé + Paramètre = Dérive</b>
-------------------------------------

Par exemple :

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

L'HAZOP est une technique qualitative nécessite une équipe pluridisciplinaire autour d'une série de réunions attaché à déterminer les causes et les conséquences potentielles de chaque dérives et à identifier les moyens existants permettant de détecter cette dérive, d'en prévenir l'occurrence ou d'en limiter les effets. Le groupe de travail pourra proposer des mesures correctives à engager en vue de tendre vers plus de sécurité.



### IV.6.3 Déroulement de la méthode :

Le déroulement d'une étude HAZOP suivre les étapes suivantes : (figure IV.16)

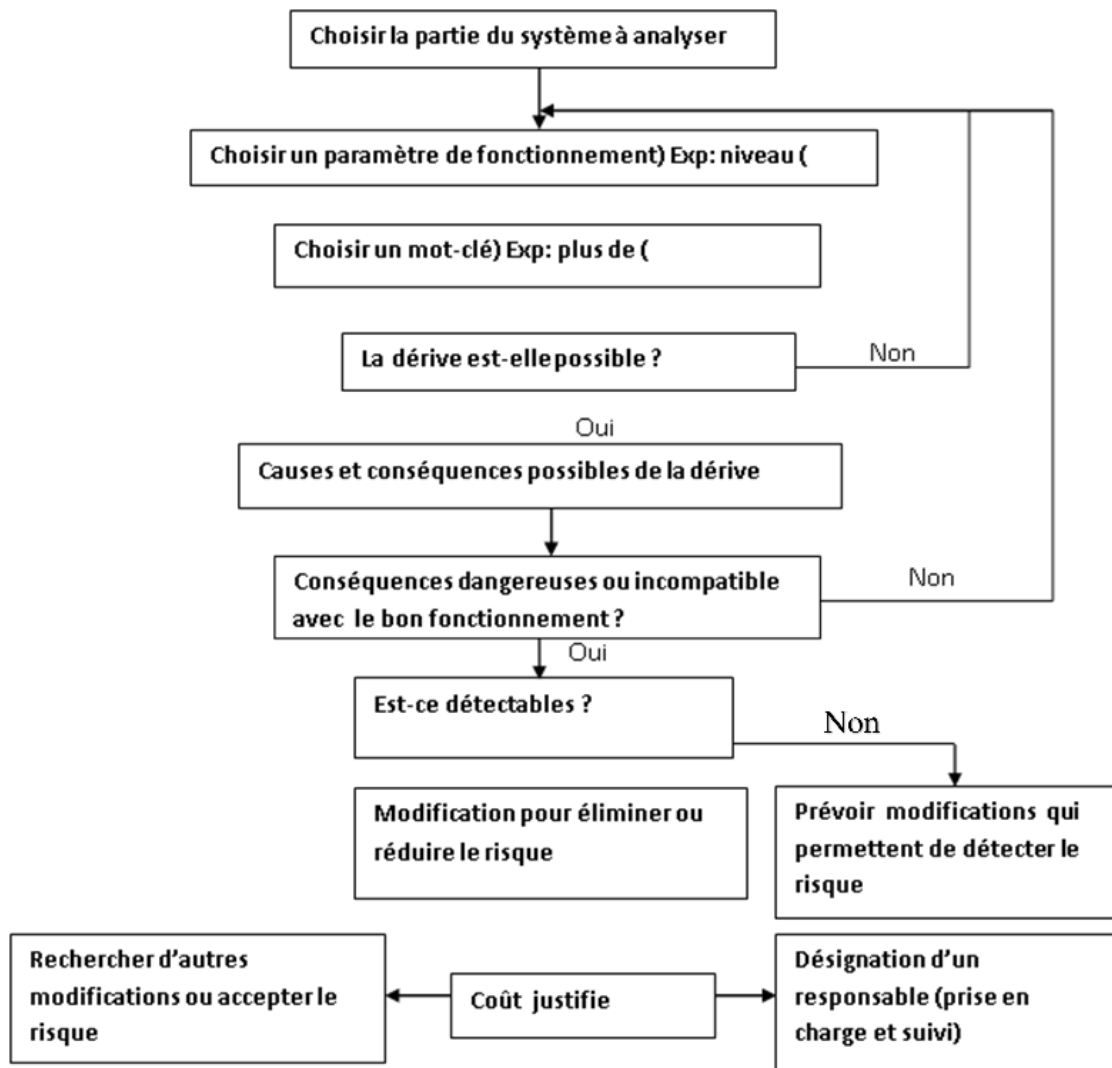


Figure IV. 15: Déroulement de la méthode HAZOP

La démarche présentée est globalement cohérente avec la démarche présentée dans la norme CEI : 61882 « Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) – Guide d'application ».

Un exemple de tableau pouvant être utilisé pour la méthode HAZOP

Date :

Ligne ou équipement :

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

Tableau IV. 4: Exemple de tableau pour l'HAZOP

---

#### **IV.6.4 Limites et avantages de la méthode d'analyse des risques HAZOP :**

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo- hydrauliques. Cette méthode présente un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de reconsidérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe.

Enfin, L'HAZOP traitant de tous types de risques, elle peut être particulièrement longue à mettre en œuvre et conduire à une production abondante d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs.

### **IV.6.5 Conclusion :**

Après l'étude qu'on a faite dans ce chapitre nous avons constaté que la méthode d'analyse des risques HAZOP est la plus adaptée pour étudier le système qu'on a choisi dans le chapitre suivant par rapport à son efficacité dans le domaine des systèmes thermo-hydrauliques et pour atteindre les objectifs recherchés qui tendent vers la maîtrise des risques majeurs.

En plus, l'efficacité de cette méthode d'analyse réside précisément dans le travail de groupe pluridisciplinaire qui permet de répertorier et identifier tous les risques générés par l'installation, et vise plutôt l'objectivité et l'exhaustivité.

Elle permet aussi de s'assurer de façon rigoureuse qu'un lien avec le système de management de la sécurité a bien été fait notamment pour la gestion rigoureuse des barrières mises en place.

**CHAPITRE V :**  
**PROBLEMATIQUE ET LES**  
**SOLUTIONS PROPOSEES**

## V-1 PROBLEMATIQUE :

A présent le but de notre mémoire est de faire toucher du doigt l'importance de la sécurité incendie dans la préservation de la vie humaine des travailleurs, la protection des équipements comme outil de production et comme objectif économique.

En effet, cet objectif très important serait à portée de main par la mise en place des différents mécanismes de prévention et de protection et du management des risques d'incendie.

Donc, la nécessité de maîtriser ces risques industriels et de contrôler l'urbanisation autour des installations à haut risque de manière à limiter les conséquences d'un éventuel accident industriel majeur est l'une des préoccupations majeures du pays. Dans le cadre d'amélioration et bon fonctionnement de système réseau anti incendie, a adopté une politique ISG.

### V-1-1 : Le but du travail

Le thème choisi a pour but d'étudier contribution à l'amélioration de système réseau anti incendie générés par pompière (jockey, électrique, diesel).

Pour améliorer les performances du système. Cependant, dans les systèmes critiques, nous étudierons l'efficacité de réseau anti-incendie ; cette étude sur partie (pratique).

### V-1-2 : Solutions proposées :

Le présent travail est réalisé pour étudier pour contribution à l'amélioration de (Réseau anti incendie) en suivant les étapes ci-dessous :

- ❖ Analyse et estimation quantitative comment fonctionner le système réseau anti incendie.
- ❖ Estimation consommation pour montrer l'importance des quantités d'eau pour réaliser une système réseau anti incendie.
- ❖ Proposition des options pour corriger et améliorer ce système :
  - le réseau anti incendie il faut qu'il soit bouclé et maillé.
  - le système incendie doivent être composer (jockey, 02 électrique, 01 diesel).
  - le test de performance.
  - Formation des agents intervention.

## V-2 : Analyse préliminaires des risques APR :

C'est une étape préliminaire constitue un élément d'entrée pour l'analyse détaillé des risques. Elle a pour objectifs :

- Identifier sources des dangers d'une installation, les situations dangereuses et les accidents potentiels associés
- Evaluer de la gravité des conséquences liées aux situations dangereuses et aux accidents potentiels.

Dans cette partie on applique la méthode APR à certain événement non souhaité comme les ruptures, les fuites, les pertes de confinement, la corrosion parce que cet événement est le plus fréquent dans l'opération mise en service de réseau anti incendie.

Équipement	Situations dangereux (Événement indésirable)	Causes	Conséquences (phénomènes dangereux)	Barrières de sécurités existantes	Propositions d'amélioration
Réseau anti incendie	Perte de confinement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remplissage non contrôlé suite des défaillances aux niveaux des pompes.</li> <li>- Corrosion</li> <li>- Erreurs humaines (fausses Manœuvres)</li> <li>- Fatigue mécanique</li> <li>- (rupture dans la tuyauteries)</li> <li>- Choc par un engin</li> <li>- Fuite (pompes , vannes , poteaux, tuyauteries )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégâts matériels</li> <li>- Dégâts humains</li> <li>- Atteinte environnementale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenance préventive</li> <li>- Revêtement anti corrosion tuyauteries.</li> <li>- Teste hebdomadaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exercices de manipulation des moyens fixes anti-incendie</li> <li>- Exercices de simulations sur même genre d'accidents.</li> <li>- Formation et sensibilisation des opérateurs.</li> <li>- Remplacement périodique de certains équipements.</li> </ul>

Tableau V. 5 : Analyse préliminaire des risques (APR) de réseau incendie

### V.3 Description de la méthode HAZard and OPerability studies (HAZOP):

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

L’HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l’exploitation de l’installation. Pour chaque partieconstitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction :

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

A l’origine, l’HAZOP n’a pas été prévue pour procéder à une estimation de la probabilité d’occurrence des dérives ou de la gravité de leurs conséquences. Cette méthode est donc parfois qualifiée de qualitative. En pratique, elle peut être couplée, comme l’AMDE, à une estimation de la criticité.

Néanmoins, dans le domaine des risques accidentels majeurs, une estimation a priori de la probabilité et de la gravité des conséquences des dérives identifiées s’avère souvent nécessaire. Dans ce contexte, l’HAZOP doit donc être complétée par une analyse de la criticité des risques sur les bases d’une technique quantitative simplifiée ou semi- quantitative. Cette adaptation semi-quantitative de l’HAZOP est d’ailleurs mentionnée dans la norme CEI 61882 « Etudes de danger et d’exploitabilité (études HAZOP) – Guide d’application ».

#### V.3.1 : Echelles de cotation des risques :

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

Cette évaluation s’est basée sur le principe de la matrice de risque. L’objet de cet outil pour jugés à ce que le risque acceptable ou non et pour renfoncer notre barrières de prévention et de protections.

La matrice de risque utilisée c’est la matrice définie par ISG .

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

Gravité	1				
	2				
	3				
	4				
		1	2	3	4
		probabilité			

Tableau V. 6: Matrice de risques Groupement ISG

**V.3.1.1 Echelle de gravité :**

<i>gravité</i>	<i>personnel</i>	<i>environnement</i>	<i>publique</i>	<i>Production/bien</i>
<i>G4</i>	Plusieurs décès	Pollution hors limites de longuedurée	Décès	Domage importante arrêttotal de la production
<i>G3</i>	Incapacité Permanenteou 1décès	Pollution interne non maîtrisée ou pollution hors limite maîtrisée	Blessures significatives	Domage localisée arrêtpartie d'unité
<i>G2</i>	Blessures significatives	Pollution interne maîtrisée	Blessures mineures	Domage mineursest arrêt bref de la production
<i>G1</i>	Blessure mineures	Mineure	Pas d'incidence	Pas de dommage ,pas d'arrêt de Production

Tableau V. 7: Echelle de gravité

**V.3.1.2 Echelle d'occurrence :**

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

Tableau V. 8: Echelle de d'occurrence

**V.3.1.2 Niveaux de risques :**

Classification des risques	description
	Acceptable
	ALARP – améliorable
	inacceptable

Tableau. V. 9: Niveaux de risques

La définition du mot **ALARP** (As Low As Reasonably Praticable) signifie que le risque est tolérable pour ISG si le coût nécessaire à l'investissement de la mesure proposée (recommandation) est supérieur au coût de la perte potentielle.



### **V.3.1.3 Barrières de sécurité appliquée au système (Réseau incendie) :**

Est muni des barrières de prévention et de protection suivants :

#### **A. Mesures de prévention :**

- Formation des opérateurs et les agents d'intervention.
- Maintenance périodique du réseau.
- Revêtement anti corrosion tuyauteries de réseau.
- Inspection préventive des équipements et des instruments de mesure.

#### **B. Mesures de protection :**

- Moyens de lutte contre l'incendie (Camion anti incendie).
- Plan d'intervention interne PII.

### **V.4. Analyse détaillée des risques par la méthode HAZOP :**

L'analyse par la méthode HAZOP est faite selon des nœuds ce nœud inclus :

- Le réseau incendie
- Vanne d'isolement de la ligne.
- Les pompes.
- La pompe de maintien de débit minimum.

Équipement : Réseau anti incendie

Paramètre : Débit

DEVIATION	CAUSES POSSIBLE	CONSEQUENCES	G	P	CF	PREVENTIONS	PROTECTION	G	P	CF	RECOMMANDATIONS
Pas assez de débit	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bas débit de maintien de pression de pompe.</li> <li>-Les vannes sectionnement positionnés fermées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Chute de pression au niveau de réseau incendie</li> <li>-Aspiration d'air à l'intérieur de pompe.</li> </ul>	2	3	Yellow	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Formation des opérateurs</li> <li>-Maintenance préventive des vannes</li> <li>-Manomètre de pression sur la ligne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Soupape de respirations sur le de réseau incendie</li> </ul>	1	2	Green	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cadenassez la vanne manuelle de régulation de pression du bac.</li> <li>-Contrôle de la vanne de la salle de contrôle.</li> <li>-Installation d'un transmetteur de pression PT</li> </ul>
		Probabilité d'une incendie	3	3	Red	- Shutdown	- Plan d'intervention interne PII.	2	2	Yellow	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation des agents D'intervention.</li> <li>-Exercices de simulation sur ce genre d'accidents</li> <li>- Entretien et essais périodique des moyens d'intervention.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vanne d'isolement de ligne défaillante ou fermée par erreur humaine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pompières hors service</li> <li>- Chute de pression sur le réseau incendie.</li> </ul>	2	2	Yellow	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camion anti incendie mise en service</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan d'intervention interne PII.</li> </ul>	1	2	Green	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respecter le plan de la maintenance préventive des instruments</li> </ul>

- Equipement : réseau anti incendie.

Paramètre : pression

DEVIATION	CAUSES POSSIBLES	CONSEQUENCES	G	P	CI	PREVENTIONS	PROTECTION	G	P	CI	RECOMMANDATIONS
Pas assez de pression	Vannes maintien depression positionné fermé	- Chute de pression sur réseau anti incendie . - Aspiration d'air a l'intérieur de bac. - Cavitation de la pompe & Echauffement .	2	3	Yellow	- Formation des opérateurs . - Manomètre sur l'aligne	- Soupape de respiration sur le réseau anti incendie.	1	2	Green	-Respecter le plan de maintenance préventives des instruments -Contrôle de la vanne de la salle de contrôle. -Installation d'un transmetteur de pression.
		- L'eau n'atteint pas les poteaux.	3	3	Red	- Camion anti incendie mise en service	- Plan d'intervention interne PII.	2	2	Yellow	Formation des agents d'intervention. - Exercices de simulation sur ce genre d'accident - Entretien et essais périodique des moyens d'intervention.
Trop depression	Dépassement de point de consigne d'ouverture des vannes .	-Montée en Pression réseau anti incendie.  -Fuite (pompes , vannes , poteaux, tuyauteries	2	3	Yellow	-Manomètre depression - Rondes d'inspection des opérateurs.	- Purgé le réseau .	1	2	Green	-Contrôle de les vannes de la salle de contrôle. -Installation d'un transmetteur de pression.

- Equipement : réseau anti incendie.

Paramètre : Corrosion

DEVIATION	CAUSES POSSIBLES	CONSEQUENCES	G	P	CR	PREVENTIONS	PROTECTION	G	P	CI	RECOMMANDATIONS
Corrosion	Qualité d'eau	- fuite sur le réseau.	2	2		- Injection un additif contre la corrosion	Protection cathodique.	1	1		-Protection cathodique -Formation des agents D'intervention.
Corrosion	Électrochimique avec l'environnement	- Fatigue mécanique (rupture dans la tuyauteries)	2	2		- Injection un additif contre la corrosion	protection cathodique	1	2		-protection cathodique. - Formation des agents D'intervention.
Corrosion	l'exposition à la température chaude, aux acides et aux sels.	- Pert de débit & la pression	3	3		- Injection un additif contre la corrosion	- Test de performance	1	2		- Formation des agents D'intervention.  -Test de performance. Protection cathodique. - Entretien et essais périodique des moyens d'intervention.

Tableau V. 10: Analyse détaillée des risques par la méthode HAZOP

## V.5.Conclusion :

L'application de la méthode HAZOP sur réseau incendie nous a permis d'identifier les scénarios d'accidents majeurs.

Cette identification découle de l'identification des phénomènes dangereux et l'évaluation des risques associée à ces phénomènes en intégrant les barrières de sécurité existantes pour réduire le risque à un niveau acceptable.

Dans l'ensemble le niveau de sécurité et plus précisément le niveau des barrières de prévention et de protection appliquées dans le système étudié est satisfaisant ;

Certaines barrières supplémentaires nécessitent cependant d'être installées selon les recommandations telles que :

- La formation du personnel aux différents changements et modifications des installations ainsi que le recyclage sont une priorité.
- Respect de plan de maintenance préventive des équipements et des instruments pour garantir la fiabilité des barrières existantes.
- Respect de plan des inspections périodiques des installations et remplacement de certains équipements.
- La mise à jour des plans/documents telles que les plans d'intervention ainsi que la mise en œuvre des procédures d'exploitation des équipements.
- La formation du personnel d'intervention par des exercices de simulation sur des scénarios d'accidents potentiels.
- L'actualisation des plans (P&ID piping and instrumentation diagram) schéma de tuyauterie et d'instrumentation, des manuels opératoires et des procédures opérationnelles.
- Toute modification dans les installations aussi petites soit-elle doit faire l'objet d'un processus d'acceptation avec une analyse de risque incluse dans ce processus.
- Réseau incendie bouclier et maille.

## Références bibliographiques :

- [1] Documents internes à l'entreprise Sonatrach.
- [2] Web site [www.spiq.com](http://www.spiq.com) 12/2006
- [3] Document de formation des TS intervention sonatrach
- [4] **NFPA 15.** « Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection ». Edition 2001.
- [5] **NFPA 11.** « Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam ». Edition 2005.
- [6] **NFPA 24.** « Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their
- [7] **NFS 61.950-961-962** Normes relatives aux Systèmes de Détection Incendie
- [8] **NFPA 13.** « Standard for the Installation of Sprinkler Systems » Edition 2002
- [9] **NFPA 16.** « Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems » Edition 2003.
- Appurtenances » Edition 2002.
- [10] **NFPA 20** « Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection » Edition 2003.
- [11] **NFS 61.930-940** Normes relatives aux Systèmes de Mise en Sécurité Incendie
- [12] Document ENSPM formation des ingénieur securitie industrielle
- [13] LEGROS.D, 2009, « Maitrise des risques », Ecole nationale supérieure des mines.Paris