REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur

Et de la recherche scientifique.

Université Yahia FARES Médéa.

Faculté de : Technologie.

Département : Génie de procédure et environnement.

PROJET FIN D'ETUDE

Soumis pour obtention du diplôme en master HSI

Spécialité : Hygiène et sécurité industrielle.

THEME :

Analyse de risques liés aux travaux de rénovation d'installation Industrielle (en service) par méthode arbre de défaillance Etude de cas projet REVAMPING de satellite sud (HMD)

Réalisé Par :

- Noui Mohammed Redouane

Directeur de mémoire :

Dr : RAHMANI AHMED CHERIF

Année Scolaire: 2019 /2020


بسم الله الرحمن الرحيم

Résumé :

Préalablement on a accomplir cette mémoire pour l'objectif d'analyse de risque d'une installation quand -elle– en état de fonctionnement et des travaux de rénovation sont en cours en parallèle a l'aide de méthodes d'arbre de défaillance.

En commencé cette étude par un premier chapitre a touché les contextes générales des notions fondamental dans domaine HSE ; les différent outilles d'analyse de risque qui s'aident la modélisation et l'optimisation la maitrise de risque.

D'autre part dans le deuxième chapitre a fait une description de projet REVAMPING et d'installation W1C qui représentent un cas réels de la problématique d'étude. La description s'exprime l'essentielle des activités aussi les propriétés et les caractéristiques : technique, processus, des composantes d'installation et les travaux ont inclus au projet.

Afin de déterminer les importantes situations dangereuses et leurs risques ont à apparaitre ; dans un contexte d'un Vision HSE la troisième chapitre contenu les essentielles d'analyse de scenarios d'accidentes que se présentent dans l'étude de danger de l'unité W1C et les résultats pertinent les risque de SEPARATEUR HP présentent en rapport de méthodes HAZOP.

En fin dans le quatrième chapitre a une analyse par la méthode ADD car cette méthode est déductive ; elle permette l'étude préalable d'occurrence d'un événement redouté et se peut mettre en lumière la successivité des causes dues c'événement .Et prendre comme exemple l'événement <<feu chalumeau >> un des événements du deuxième scenario qui a entrainé par, SEPARATEUR HP en W1C. En résulte un schéma représente l'arbre de défaillance de cette événement. En considérant les causes dues par les travaux de projet de rénovation, en plus des propositions pratiquant pour le but de réduction des risques majeurs.

مجال السلامة و الأمن يعتبر أساسي في حقل المنشآت الصناعية.فوظيفته الأساسية هدفها توفير بيئة آمنة تسمح باستمرار و ديمومة العمل و تشغيل المنشأة،موضوع هذه المذكرة يتطرق بالدراسة لاشكالية تجديد المنشأة مع المحافظة على استمرار العمل و هذا باستخدام طريقة شجرة الأعطاب.

المحور الأول يتناول المفاهيم العامة لمجال السلامة و الأمن التي تدعم موضوع البحث و طرق و أدوات تحليل الأخطار المستعملة.بغرض تحليل المخاطر بطريقة نموذجية.

الدراسة التطبيقية كانت لمشروع تجديد أقمار المعالجة الأولية للنفط الخام بناحية حاسي مسعود .حيث المحور ثاني شمل التعريف بالمشروع و مختلف أعماله وشر وأهدافه كما فيه بطاقة معطيات تقنية عن القمر الذي أجريت عليه الدراسة

الدراسة للأخطار مشتملة في تقرير كامل يحتوي على أهم سيناريوهات المحتملة لوقوع حوادث عظمى داخل الوحدة،و كذلك تفصيل اضافي في تقرير معالجة الأخطار بطريقة ـ هازوب ـ كما بين المحور الثالث بالضافة الى هذين التقريرن أهم الأخطار المحتملة من جراء أعمال تجديد الوحدة .

باكتمال المعطيات اعد مثال لحدث اشتعال نار وهج في مركب معالجة ذو ضغط عالي و حددت أهم أسباب هذا و ركز المحور الرابع على تبييتن موضع الأسباب الناجمة عن أشغال المشروع و في ختام الدراسة حددت مجموعة من التوصيات لتتعامل مع هذه الوضعية بتدابر فعالة و عملية .

Summary

This memory has been completed for the purpose of risk analysis of installation w hen working order and renovation works are underway in same time; with fault tree methods (ADD).

The first chapter dealing with general contexts of fundamental concepts the HSE scope; the different risk analysis tools that help modeling and optimization risk management.

On the other hand second chapter made a description of REVAMPING project and W1C installation which represent a real case of the study problem. The description expresses the essential of the activities also the characteristics: technique, process, installation equipments and the task include in project.to determine the important dangerous situations and their hazards;, the third chapter contains the essential analysis of accident scenarios have in the W1C hazard study (EDD). We got to the results: known the HP SEPARATEUR hazards have in HAZOP report.

The fourth chapter has ADD method analysis that it is deductive; it allows occurrence redoubt event study preliminary and can highlight event causes successivity due this event. And take as "torch fire" event example one events the second scenario which driven by, W1C HP SEPARATOR . The result is redoubt event fault tree representing diagram. With considering the causes of REVAMPING task; and given the practicl purpose of major risk reduction.

Remercîment

Ce mémoire est le résultat d'un travail de recherche et pratique. En préambule, je veux adresser tous mes remerciements aux personnes avec lesquelles nous avons pu échanger et qui m'ont aidé pour la rédaction de ce mémoire.

En commençant par remercier très vivement tout d'abord Monsieur ***RAHMANI AHMED CHERIF****, « Maitre-Assistant- A à l'Univ de YAHIYA FARESS Médéa », directeur de ce mémoire, pour ses aides précieuse et donnes-moi l'opportunité de travail sous sa supervision.*

Enfin, j'adresse plus sincères remerciements à ma famille : mess parents, mes sœurs, mes frères et tous mes proches et mon cher camarade Mohammed Mokhtar Nadjaa a tous ses efforts, mes managers au projet de REVAMPING et tous mes collègues aussi sans exception,

Sommaire

Résumé …….…..…….. 01
Remerciement…….....…… 04
Sommaire…….. ……. 05
Liste de figures ……. ……. 09
Liste de tableaux ……... ……..… 11
Abréviation…… ……. 13
Glossaire……... ……. 14
Introduction Générale……. ……. 17
Problématique +Mots clés…… ……..… 18

Chapitre1 : Notions de base d'analyse de risque

Ⅰ.1 Introduction…….. ……. 20
Ⅰ .2 Qu'est qu'un danger ……. ……. 21
Ⅰ .3 Qu'est qu'un Risque ……. ……..… 22
Ⅰ.4 Défaillance ……... ……. 24
Ⅰ.5 Scenario d'Accident ……. ……. 26
Ⅰ.5.1 Accident majeur ……. ……. 24
Ⅰ.6 Sécurité ……. ……. 27
Ⅰ.6.1 Sûreté de Fonctionnement ……... ……. 27
Ⅰ.6.2 Barrière de sécurité……. …….. 27
Ⅰ.7 Démarche pour l'analyse des risques associé a des installation industrielles…… ……. 27
Ⅰ.8 Management des risques……. ……. 29
Ⅰ.8.1 Analyse de risque …… ……. 31
Ⅰ.8.2 Maîtrise des risques…… …… 32
Ⅰ.8.3 Typologie des méthodes d'analyse de risque.. ……. 33
Ⅰ.8.4 Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque …….. ……. 33
Ⅰ.8.5 La méthode HAZOP……. ……. 34
Ⅰ.8.6 Arbre de défaillance(ADD) ……. ……. 35

Ⅰ.9 Conclusion…… …… 39

Chapitre Ⅱ Présentation de projet et l'unité W1C

Ⅱ.1 Introduction…… ……. 46
Ⅱ.2 Identification de projet …… …… 47
Ⅱ.2.1 Présentation de Sonatrach …… …… 47
Ⅱ.2.2 Coordonnées du site d'exploitation …….. ……. 47
Ⅱ.3 Description des installations d'exploitation et de production …….. …… 48
Ⅱ.3.2 Objectifs de projet …… …… 50
Ⅱ.3.3 Les principales modifications apportées sont liées aux unités suivantes …… …… 51
Ⅱ-3-4 Planning de contrôle du projet …… ……. 51
1- Les phases de projet…… …… 51
2- Démarrage anticipé de la Section HP …….. …… 52
3- Prés test et mise en service…… …… 52
4- Les activités de projet …… …… 53
Ⅱ.4 description générale des installations …… …… 55
Ⅱ.4.1 Identification d'établissement …… …… 55
Ⅱ.4.2 Présentation du satellite W1C (Direction régionale de Hassi Messaoud) …… …… 55
Ⅱ.4.3 Implantation…….. …… 55
Ⅱ.4.4 Historique du champ …… …… 56
Ⅱ.4.5 Aperçu général de l'établissement actuel…… …… 56
Ⅱ.4.6 Descriptif du procédé existant du satellite W1C…… …… 56
Ⅱ.4.7 Inventaire succinct des unités d'exploitation associées au satellite W1C…….. …… 57
Ⅱ.4.8 Classification de l'installation …… …… 57
Ⅱ.5 Descriptif du projet et des principales modifications futures ..... …… 58
Ⅱ.5.1 La nouvelle configuration du champ…….. …… 58
Ⅱ.5.2 les modifications apportées par le projet de rénovation du satellite avec…… …… 59
Ⅱ-6 Les équipements existants du satellite et la conception des nouvelles installations …… …… 60

Ⅱ-7 Conclusion…… …… 64

CHAPITRE : Ⅲ Description de projet (vision HSE)

Ⅲ.1 Introduction…… …… 66
Ⅲ.2 Etude de danger :(EDD) …… …… 67
Ⅲ.2.1 PARTIE DESCRIPTIVE…… …… 67
Ⅲ.2.2 Détermination de la liste de scénarios d'accidents majeurs …… …… 69
Ⅲ.3 Scénario 2 : Défaillance du manifold d'entrée HP ou du séparateur HP…… …… 72
Ⅲ.3.1 Equipements étudiés dans le scénario …… …… 76
Ⅲ.3.2 Analyse des fréquences de défaillance…… …… 78
Ⅲ.3.3 Analyse des conséquences des évènements….. …….. 80
Ⅲ.3.4 Les phénomènes dangereux de scenario …… …… 82
Ⅲ.3.5 Impact économique et financier ……. …… 83
Ⅲ.3.6 Les facteurs passifs susceptibles d'augmenter les conséquences ……. …… 84
Ⅲ.4 L'apport d'analyse par HAZOP…… …… 88
Ⅲ.5 La gestion de sécurité :(projet de rénovation) . …… 88
Ⅲ.5.2 Les risques potentiels dus par les travaux de projet …… …… 92
Ⅲ.5.3 Plan de gestion de risque…… …… 92
Ⅲ.6 Conclusion…… …… 94

CHAPITRE Ⅳ: Analyse scenario par l'arbre de défaillance (Optimisation ; Modélisation et recommandation)

Ⅳ-1 Explication …… …… 96
Ⅳ-2 Déroulement …… …… 96
Ⅳ-3 Description des évènements redoutés …….. …… 97
Ⅳ-4 Analyse des causes …… …… 98

IV-4-1 Estimation d'événement …… …… 99
IV-5 Evaluation d'événement redouté…….…….. …… 99
IV-6 Démonstration ……..…… …… 100
IV-7 Elaboration l'arbre des defaillance……... …… 103
IV-8 Analyse des résultats : ……..…… …… 104
-V-Recomondation ……..……. …… 109
-VI- Conclusion ……..…….. …… 110
-VII-Bbibliographe……..…….. ……..... 111

Liste de figure

Figure(1-1): Les Causes de défaillances ……..... 25

Figure(1-2): Les liens entre (Causes –Effets et Modes de défaillance) ……..…….. ..……..... 26

Figure(1-3): Principe de la barrière de **sécurité**……..... ...……..... 28

Figure(1-4) : Processus de Management des **risques**……..... ……..... 31

Figure (1-5): Typologie des méthodes d'analyse de risque…….……... ..……..... 33

Figure(1-6): Classification des principales méthodes d'analyse de risque qualitatives ... ……..... 34

Figure (1-7): Schémas de flux HAZOP…….. ……..... 36

Figure (1-8): démarche pour l'élaboration d'un arbre des défaillances ……..….. ..……..... 42

Figure (1-9): exemple d'arbre des défaillances (VILLEMER, 1988**)** …… ……..…… 43

Figure(1-10) : réduction de l'arbre des défiances pris en exemple « villemeur ,1988 » …..……..…. 45

Figure (1-11) : détermination de la probabilité de l'évènement final ……. .. ……..…. 46

Figure (2-1) :organigramme générale de la dissection de chimique…….…… ……..……..... 50

Figure (2-2): Schéma des flux existants …...… ……..…. 52

Figure (2-3): Schéma des flux des unités satellites au sein des unités de production et de traitement d'Hassi Messaoud……... ……..…. 52

Figure (2-4): Schéma de principes des flux BP et HP entre les puits et les satellites…….. ……..…. 54

Figure (2-5) Schéma de principes général d'un satellite type après rénovation …… ……..…. 62

Figure(3-1):matrice classification des **phénomènes** ……. ……..…. 71

Figure(3-2) : photo d'un séparateur HP ….. ……..…. 73

Figure (3-3) : photo d'un MFD HP…… ……..…. 73

Figure(3-4): schéma exprime le principe de fonctionnement d'un séparateur HP…… ……..… 47

Figure(3-5): Arbre de conséquences – Sc 2 – Séparation HP…… ……..… 79

Figure (3-6) : matrice classification des phénomènes……..…. ……..…. 80

Figure (3-7) : W1C – HP SEPARATEUR – GRANDE FUITE – FEU CHALUMEAU…… ……..…. 82

Figure (3-8) : Exemple HAZOP W1C…… ……..…. 87

Figure (4-1): schéma exprime le principe de fonctionnement d'un séparateur HP……. ……..…. 96

Figure (4-2) : Photo de SEPARATEUR HP. ……..…. 96

Figure (4-3) : Schéma de principe du processus 97

d'évaluation et d'acceptation
du risque (SH) …… ……..…
Figure (4-4) : Distances d'effets de feu chalumeau grande fuite –W1C – HP séparateur ……..…… ……..… 100
Figure (4-5) : Triangle de feu……. ……..… 100
Figure(4-6) : Arbre de défaillance de événement <<feu torche>>……..… ...……..… 10 3
Figure(4-7) : coupe minimal …… ...……..… 104

Liste du tableau

Tableau (1-1) : Echelle de gravite selon la norme ISO 14971 (ISO 14971,2000) …….. ……..…….……..... 22

Tableau (1-2) : Echelle de Fréquence d'occurrence selon la norme NF EN 50126……..... ……..…….……..... 23

Tableau (1-3): Types des risques (Critère d'acceptabilité) ……..…….……..... 23

Tableau(1-4): Matrice de risque…..……..… ……..…….……..... 24

Tableau(1-5) : classification des défaillances en fonction des effets ……..…….……... ……..…….……... 25

Tableau(1-6) : Critères du choix les méthodes analyse de risques ……... ……..…….……... 30

Tableau(1-7) : exemple de tableau pour l'analyse HAZOP guide (la norme CEI 61882)…..…… ……..…….……..... 37

Tableau(1-8): Liste des déviations étudiées / mots guides……..... ……..…….……..... 38

Tableau(1-9): principales règles de l'algèbre de **BOOLE** ……...…… ……..…….……..... 44

Tableau(1-10): les règles des portes logique …..... ……..…….……..... 46

Tableau(2-1): Les importantes activités de projet ……..…….……..... 57

Tableau (2-2): Evolution historique des différentes installations de W1C ……...…... ……..…….……... 60

Tableau(2-3) : Capacité actuelle du satellite W1C… ……..…….……..... 61

Tableau (2-4): Rubriques de l'autorisation ministérielle du satellite W1C…… ……..…….……... 61

Tableau(2-5) : Pipelines d'import et d'export du satellite W1C ……..…….. ……..…….……..... 62

Tableau(2-6): Capacité maximales futures du satellite W1C ……..…….……..... 63

Tableau(3-1): Définition des scénarios génériques modélisés…...…… ……....……..… 70

Tableau(3-2) : Echelle des Occurrences…..…… ……..…….……..... 71

Tableau(3-3): Echelle des Gravités ……..…… ……..…….……..... 71

Tableau(3-4): Niveaux de risque……...…… ……..…….……..... 72

Tableau (3-5): description séparateur HP inclue dans le scenario …….…… …… 73

Tableau(3-6): Le Handbook Failure Fréquences donne les probabilités de défaillance suivantes pour un équipement sous pression…….. …… 77

Tableau (3-7): Le Handbook Failure Frequencies donne les probabilités de défaillance suivantes pour une ligne aérienne …….…… …… 77

Tableau (3-8): Le Handbook Failure Fréquences donne total des probabilités de défaillance **s**uivantes…… 78
Tableau(3-9): les accidents possibles…….…….. …… 78
Tableau (3-10): de fréquence des événements **redoutés**…… 79
Tableau (3-11): classification des phénomènes **dangereux de scenario** …….…… 80
Le tableau(3-12): suivant reprend les distances d'effets thermiques (en m) associées au phénomène de feu de chalumeau …….. 81
Tableau (3-13): les système étudies par HAZOP….. 85
Tableau (3-13): les risques liées aux travaux rénovations……... 89
Tableau (3-14): Les actions de prévention & protection ……... 93
Tableau (4-1): description séparateur HP inclue dans le scenario …… 97
Tableau(4-2): « Handbook Failure » Fréquences probabilités de défaillance pour un équipement sous pression ……..…….. 98
Tableau(4-3) :les cause pertinent (HAZOP) 98
Tableau (4-4) : Echelle de Gravité …… 98
Tableau (4-5) ;fréquence des événements redoutés (selon matrice SH) ……..... 99
Tableau(4-6) : Evaluation de phénomène danger de scenario (selon matrice SH)…….. 100
Tableau(4-7) : Classification des causes d'évenement selon les activites de project les (BS) mise en place 100

Abréviations

ALARP : as Löw as praticable

APP : arbre de panne

APR : analyse préliminaire de risque

ADD :arbre de défaillance

AMDE : analyse mode défaillance et criticité

BS : barrière sécurité

BLEVE : boiling liquide expending vapeur

BN :bien note

CCTV : contre le camera télé surveillance

CIS : centre industriel sud

G :gravité

HAZOP : hazard and opperability studie

HSE :hygiène et sécurité industrielle

HMD : hassi messaoud

JGC : Enterprise japan corporation gaz .

MFD : mani fold

MO : maître d'ouvrage

PFD : plan fondation

PID :digramme de piping et instuntation

SDF : sureté de fonctionnement

Sonatrach : SONATRACH est la compagnie nationale algérienne pour la recherche, la production, le transport par canalisation, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures dérivés

VCE : vapeur Claude explosion

Glossaire

Phénomène dangereux : Selon (ISO/CEI 51)

C'est une source potentielle de dommage. [2]

Risques négligeables : selon (GT Aspects sémantiques du risque, 1997)

-Un risque est négligeable s'il est inférieur à un seuil (par exemple : 10^{-9}) [4]

-Risque dont on ne se soucie pas de l'occurrence au quotidien. [4]

Risques acceptables : Selon (ISO/CEI Guide 73, 2002)

L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision [4]

Risques tolérables : **selon (GT Aspects sémantiques du risque, 1997)**

-Risques que l'on doive considère avec vigilance et chercher à réduire autant que raisonnablement possible.

-Risque inférieur à un seuil donné (par exemple : 10^{-9}par an) [4]

Risque indésirable : selon (NF EN 61508, Décembre 1998)

-Risque indésirable ; tolérable uniquement s'il est impossible de réduire le risque ou si le cout de la réduction est disproportionné par rapport à l'amélioration possible. Alors un risque indésirable est un risque qui peut etre toléré moyennant des mesures appropriées de control et de suivi. [4]

Risques résiduelles :(NF EN 61508, Décembre 1998), (CEI 1050, Février 1991)

Risque restant après que toutes les mesures de prévention ont été prises. [4]

Risque inacceptable Un risque inacceptable est un risque résiduel non tolérable. [4]

Risque indésirable Selon ((NF EN 61508, Décembre 1998) Risque indésirable, tolérable uniquement s'il est impossible de réduire le risque ou si le coût de la réduction est disproportionné par rapport à l'amélioration possible. [4]

Conséquence (ISO/CEI Guide 51, 1999) Résultat d'un événement. Il peut y avoir une ou plusieurs conséquences d'un événement. . [4]

Défaillance progressive : Défaillance due à une évolution dans le temps des caractéristiques d'une entité.

Défaillance soudain : Défaillance qui ne se manifeste pas par une perte progressive des performances et qui n'aurait pas pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieure. [3]

Défaillance partielle : Défaillance résultant de déviation d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle n'entraine pas une disparition complète de la fonction requise.

***Défaillance complète* :** Défaillance de déviation d'une ou de des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, telle qu'elle entraine une disparition complète de la fonction requise [3]

***Défaillance catalectique* :** défaillance qui est à la fois soudaine et complète

***Défaillance par dégradatio*n** : Défaillance qui est à la fois progressive et partielle**.** [3]

Défaillance précoce (ou de jeunesse) : c'est une défaillance qui survient au début de la vie d'une entité et dont le taux d'apparition est rapidement décroissant. BN<le début de vie est comté à partir d'un instant spécifié : sortir de chaine, de fabrication, livraison……etc.

Défaillance à taux constant : Défaillance qui apparait avec un taux sensiblement constant pendant la durée de vie utile du matériel [3]

Défaillance premier : Défaillance d'une entité dont la cause directe ou indirecte n'est pas la défaillance d'une autre entité. [3]

Défaillance seconde : Défaillance d'une entité dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'une autre entité et pour laquelle cette entité n'a pas été qualifié et dimensionnée**.** [3]

Défaillance de commande : défaillance d'une entité dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'une autre entité et pour laquelle cette entité a été qualifiée et dimensionnée. [3]

Panne : La panne est l'inaptitude d'une entité à accomplir une fonction requise.

Après apparition d'une défaillance ; on considéré donc que l'entité est en panne, une panne résulte toujours d'une défaillance.

Les classifications des pannes sont semblables à celles des défaillances, on parle ainsi de panne mineur, significatif, critique, catastrophique, de panne complète, partielle…[3]

Panne intermittent : panne d'une entité subsistant pendant une durée limitée après laquelle l'entité redevient apte à accomplir une fonction requise sans avoir été soumise à une opération de maintenance corrective [3]

Panne fugitive : panne d'une entité qui est intermittent et difficilement constable. [3]

Panne permanent : panne d'une entité qui persiste tan que n'ont pas eu lieu des opérations de maintenance corrective. [3]

Panne latente : panne qui existe mais qui n'a pas encore été détectée. On parle parfois de <<panne cachée>> [3]

Les enjeux: En matière d'information des entreprises objet du présent travail ; il s'agit des personnes exposées aux effets ; mais ce peut être aussi l'environnement et les structures. En

d’autres termes, pour qu’il y ait atteinte, il faut que soient conjugués un danger, une cause accidentelle de libération de ce danger et un transfert depuis la source du danger jusqu’à une cible [1]

Exposition : Selon EN292 (EN292/ISO 12 100,1995) Situation dans laquelle une personne est exposée à un ou des phénomènes dangereux. [4]

Incident : Selon (Centre canadien d’hygiène et de sécurité au travail)

C’est une occurrence, une condition ou une situation survenant au cours d’une activité professionnelle qui a entrainé ou qui aurait pu entrainer des blessures, des maladies, des problèmes de santé ou des décès. [6]

Démarche inductive ; Selon (RE. Aéro 701 11, Novembre 1986) Le principe de ces méthodes consiste à partir d’une cause d’anomalie (défaillance, erreur humaine, agression externe, etc.) et à déterminer les scénarios d’évènements qui en résultent et/ou l’ensemble de ses conséquences possibles. [4]

Démarche déductive : A la proche déductive le système est supposé défaillant et l’analyse porte sur l’identification des causes susceptibles de conduire à cet état.

Identification des facteurs de risque

C’est un « Processus permettant de trouver, lister et caractériser les éléments du risque. Les éléments peuvent inclure les sources, les événements, les conséquences et la probabilité. L'identification des risques peut également concerner les préoccupations des parties prenantes ». [4]

Introduction général

L'industrie est la fond du travail a travers le monde ; et le croissante ou décroissante d'u pays a gerce de lui.

Le but de l'industrie c'est l'offre de produits fini ou semi fini selon ses propriétés et selon la demande de ses clients ou abonné, a cause de ca le cadre administratif s'agit tout l'effort pour assure la continuité de fonctionnement de (l'entreprise ou usine ou un atelier) et améliore leur production, Malgré ca les installations ou les équipements d'entreprise ont dégrader âpres le temps ou les mauvaises conditions de l'utilisation de les. Pour cette survenu ; la maintenance périodique est indispensable pour assure la durabilité de fonctionnement a longue durée et en bonne condition de travail. Le cas de vieillissement d'installation ou primitif de système processus les décideurs d'entreprise doit rénover ou mettre en misa jour pour suivi le développement de technologie et l'évolution de processus.

Le développement de processus et technique de travail effectivement genre des nouveaux risque en considérant l'usage de nouveaux systèmes aussi lors travaux de rénovation l'installation ; et quelquefois le renouvellement sa passe ou tan que l'ancienne processus doit être reste en service ; au ce cas la le niveau de risque et plus critique. Le service ou le personne charge la fonction HSE se requise a lui de faire des efforts et géré cette situation afin de assurer le la procession de deux scope en parallèle sans défaillante des équipements ou incident ou système ou accidents peut personne ou environnement

Problématique :

La gestion de risque dans une installation est un acte plus importante et doit être mis ajoure périodiquement afin de amélioration continue les mesures de sécurité.

Cette mise ajoure a se requise dans les cas de changement le processus (Augmentation de capacité ; rechange des équipements ou genre d'une nouvelle situation dangereuse) et elle oblige les responsables d'installation (Exploitant et HSE) a se trouve la meilleure solution par principes et méthodes d'analyse (HSE) ; (arbre de défaillance par exemple).

Alors comment on a les meilleures solutions dans le cas de rénovation une installation en considère la continuité de son fonctionnement en parallèle ?

Mots clés :

Analyse de risques +Installation+Service+ Travaux de rénovation +Fonctionnement + Arbre de défaillance**.**

CHAPITRE : I

Notions de base d’analyse des risques

Ⅰ.1 Introduction

Lors chaque étude ou recherche, on a besoin d'abord bien compris les notions et les terminologies plus utiliser au domaine d'étude, afin de déterminer les concepts scientifique ou technique de ces notions. Comme tous les autres domaines aussi le domaine HSE a des propres notions et des terminologies spécifiques.

Aussi on a plusieurs méthodes au domaine HSE qui peut être utilise afin d'analyse des risques d'une installation ou system industrielle; chaque une méthode a des caractéristiques et propriétés qui déterminer leurs intervalle d'utilisation.

Ⅰ .2 Qu'est qu'un danger

Un danger : est toute source potentielle de dommage ; de préjudice ou d'effet nocif a l' égard d'une chose ou d'une personne dans certaines conditions dans le milieu de travail. C'est l'impact négatif net résultant de l'exploitation d'une menace en considérant sa probabilité et son impact [1]

Selon la (CEI 300-3-9, 1995)**:** Source potentielle de dommage. [4]

Ⅰ .2.1 Liens du danger :

Situation de danger peut être à l' origine de plusieurs dangers différents. Dans l'industrie le danger peut être lie:

- ✓ aux produits: notamment s'ils sont toxique, inflammables ou explosifs
- ✓ aux procèdes: utilisation de température ou pression élevées …..Ext
- ✓ aux équipements (défilante, ses émissions) [1]

Selon les (ISO 14971, 2000), (CEI 300-3-9, 1995), (EN 292/ISO 12100, 1995) : Source potentielle de dommage. [4]

Ⅰ .2.2 Types de dangers:

Les dangers sont généralement classés dans les catégories suivantes :

- **Biologique**: Bactérie; virus; insectes;
- **Chimique**: Dépendent des propriétés physiques ; chimiques et toxique de produit.
- **Ergonomique**: Mouvement répétitifs, Aménagement inadéquate du poste de travail.
- **Physique**: Rayonnement; Champs magnétiques; Pression; extrêmes (Haute pression ou vide); Bruit;
- **Psychosociaux**: Stress; Violence; Etc.
- **Liés à la sécurité**: Source de chute et de trébuchement; Surveillance inadéquate des machines défectuosités ou pannes de l'équipement. [1]

Ⅰ .3 Qu'est qu'un Risque:

C'est la combinaison entre l'importance d'un danger et sa probabilité de survenue d'un dommage il est caractérisé par: la gravite de ses effets et la probabilité d'occurrence [1]

Selon les (ISO 14971,2000), (ISO/CEI Guide 51, 1999(CEI 300-3-91995), (EN 292/ISO 121001995): Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité. [4]

Le dommage: Selon le (NF EN 61508, Décembre 1998), (CEI 1050, Février 1991) : Blessure physique ou atteinte à la santé affectant des personnes soit directement soit indirectement comme conséquence à un dégât causé aux biens ou à l'environnement [4]

La gravite: La gravite repose sur les conséquences réelles ou potentielles d'un risque identifie. Elle peut être déterminée par 3 niveau de gravite (Majeur, Grave, Faible). Cette gravite concerne les personnes ou l'entité [1]

Dans le domaine de risque professionnel la gravite concerne essentiellement les préjudices portes a l'homme. Ceci amène à définir des échelles de gravité dans la forme suivante (voir tableau 1)

Tableau(1-1) : Echelle de gravite selon la norme ISO 14971 (ISO 14971,2000) [4]

Gravite	Signification
Négligeable	Incident n'exigeant aucun acte médical
Minime	Légers blessures relevant des premiers soins (ne nésite pas un traitement médicale)
Mineure	Blessures ou maladies mineures nécessitant un traitement médical
Majeure	Blessures ou maladies grave, infirmité permanente
Catastrophique	Décès d'une ou plusieurs personnes

La probabilité: L'occurrence d'un événement d'un redoute ou indésirable, le risque dépend de sa fréquence d'apparition six niveaux sont a distinguer (Norme EN 1441)

1- **Fréquente**: le danger est constant
2- **Probable**: incident peut se produire ou moins une fois
3- **Occasionnel**: l'incident pourra se produire au moins une fois
4- **Rare**: l'incident se produirait peut être au plus une fois
5- **Improbable**: l'incident pourrait se produire mais il est inconnu
6- **Incroyable**: la survenance d'un incident est invraisemblable dans l'état des connaissances du moment [1]

Fréquence d'occurrence: La fréquence d'occurrence d'un événement est la mesure du nombre moyen d'occurrences attendues en un laps de temps donné dans des conditions connues. Cette fréquence est estimée sur une période de temps donnée (Année, Jour, Heure….etc.) [5]

Les classes de fréquence présentées dans le tableau suivante sont préposées dans la norme NF EN 50126 (NF EN 50126, janvier 2000)

Tableau(1-2): Echelle de Fréquence d'occurrence selon la norme NF EN 50126 [4]

Niveau	Description
Invraisemblable	Extrêmement improbable .on peut supposer que la situation dangereuse ne se produira pas.
Improbable	Peu susceptible de se produire mais possible. On peut supposer que la situation dangereuse peut exceptionnellement se produire.
Rare	Susceptible de se produire à un moment donné du cycle de vie du système. On peut raisonnablement s'attendre à ce que la situation dangereuse se produise
Occasionnel	Susceptible de survenir à plusieurs reprises. On peut s'attendre à ce que la situation dangereuse survienne à plusieurs reprises.
Probable	Peut survenir à plusieurs reprises. On peut s'attendre à ce que la situation dangereuse survienne souvent.
Fréquente	Susceptible de se produire fréquemment. La situation dangereuse est continuellement présente

Remarque:

- ✓ A partir d'une confrontation de la fréquence d'apparition et du degré de gravite, on définit un degré d'acceptabilité du risque établit statiquement.
- ✓ Il faut remarquer que la question de l'évaluation de risques <<Niveau de risque>> fait débat surtout au travers des différentes méthodes qui sont utilisé.
- ✓ L'évaluation d'un niveau de risque est une aide a la décision pour déterminer comment tendre vers le zéro panne.

Tableau(1-3): Types des risques (Critère d'acceptabilité) [5]

Inacceptable	Inacceptable, doit éther éliminé
Indésirable	Acceptable uniquement si la Réduction du risque est impossible, et avec accord du client
Acceptable	Acceptable moyennant un contrôle approprié et l'accord du client
Négligeable	Acceptable sans l'accord du client

On combine les données (Fréquence, Gravite, Acceptabilité) afin de construire une matrice d'attribue la classe d'acceptabilité à chaque couple [Gravite ; Fréquence]. Le tableau suivant exprime cette matrice :

Tableau(1-4) : Matrice de risque [5]

	A Fréquente	B Probable	C Occasionnel	D Rare	E Improbable	F Invraisemblable
Catastrophique	**Inacceptable**	**Inacceptable**	**Inacceptable**	Indésirable	Indésirable	Acceptable
Critique	**Inacceptable**	**Inacceptable**	Indésirable	Indésirable	Acceptable	Négligeable
Marginal	**Inacceptable**	Indésirable	Indésirable	Acceptable	Négligeable	Négligeable
Insignifiant	Indésirable	Acceptable	Acceptable	Négligeable	Négligeable	Négligeable

Ⅰ.4 Défaillance

Selon les normes françaises et la Commission Electronique Internationale(CEI) C'est la <<cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise >>.

On dira qu'une entité connait une défaillance lorsqu'elle n'est plus en mesure de remplir sa (ou ses) fonction(s). Par extension, on considère parfois qu'il y a une défaillance lorsqu'il y a altération de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise : les tolérances associés doivent alors être définies.

Ⅰ.4.1 Classification des défaillances

1- **En fonction de la rapidité de leur manifestation** :

- Défaillance progressive;
- Défaillance soudain

2- En fonction de leur amplitude :

- Défaillance partielle
- Défaillance complète

3- En fonction de la rapidité de leur manifestation et de leur amplitude :

- Défaillance catalectique
- Défaillance par dégradation

4- En fonction de leur date d'apparition dans la vie du système :

- Défaillance précoce (ou de jeunesse
- Défaillance à taux constant

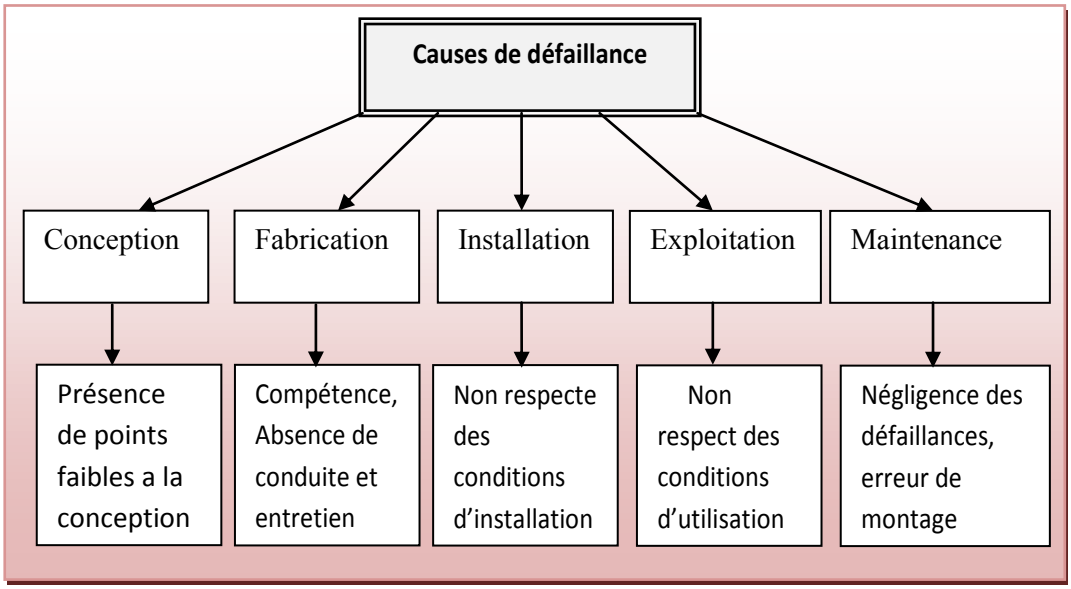
5- **En fonction des effets:** Habituellement, on considère 4 catégories. (voir le tableau) [3]

Tableau(1-5): classification des défaillances en fonction des effets [3]

Défaillance mineure	Défaillance qui nuit au bon fonctionnement d'un système en causant un dommage négligeable au dit système où a son environnement sans toutefois présenter de risque pour l'homme.
Défaillance significatif	Défaillance qui nuit au bon fonctionnement d'un système sans toutefois causer de dommage notable, ni présenter de risque important pour l'homme,
Défaillance critique	Défaillance qui entraine la perte d'une (ou des) fonction (s) essentielles d'un système et cause des dommages importantes au dit système ou à son environnement en ne présentant, toutefois, qu'un risque négligeable de mort ou de blessure
Défaillance catastrophique	Défaillance qui occasionne la perte d'une(ou des) fonction(s) essentielle(s) d'un système en causant des dommages importants au dit système ou à son environnement et / ou entraine, pour l'homme, la mort ou des dommages corporels.

6- En fonctionne des causes: La défaillance d'une entité résulte de causes de défaillance. On peut être classées en trois catégories selon leurs causes

- Défaillance premier;
- Défaillance seconde;
- Défaillance de commande. [3]

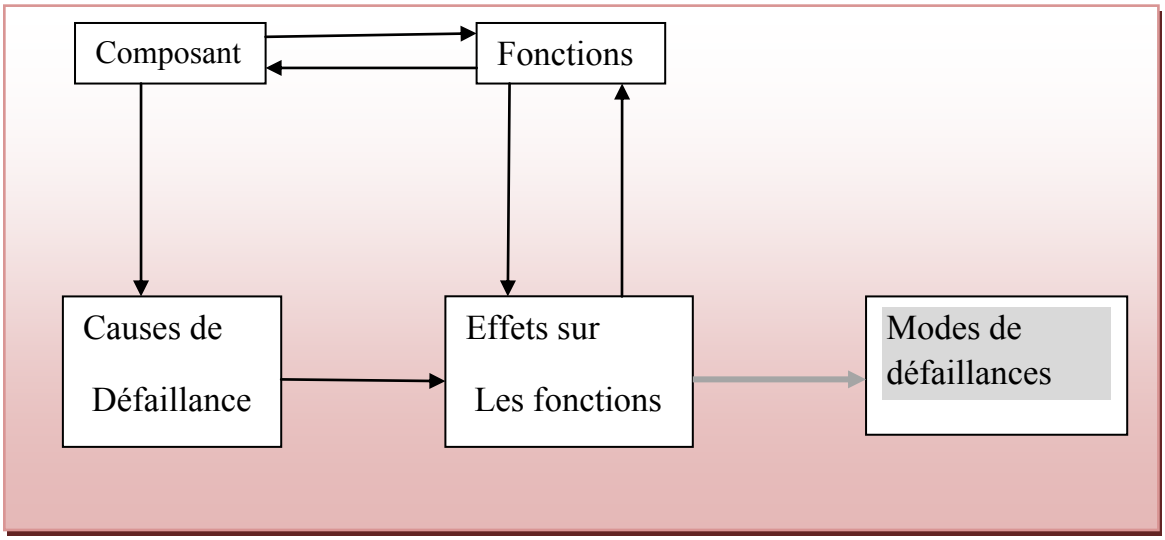


Figure(1.1) : Les Causes de défaillance [1]

Ⅰ.4.2 Modes de défaillance

<Selon la Commission Electrotechnique internationale CEI> Un mode de défaillance est l'effet par lequel une défaillance est observée. [3]

La figure (2) illustre les liens étroits et les interrelations qui existent entre ces divers concepts :



Figure(1.2): Les liens entre (Causes –Effets et Modes de

Ⅰ.5 Scenario d'Accident

L'identification des potentiels de danger permet de définis les scénarios d'accident physiquement concevable pouvant affecter les installations en connaissance notamment des dangers produits et déchets, des dangers de l'environnement et d'accidentologie. [8]

Ou : Succession de circonstances favorisant l'apparition d'événements aboutissant à un accident.

Un scénario d'accident est une suite d'événements dont l'origine premier est la présence d'un danger qui, suite à la survenance d'un événement contact ; met le système en situation dangereuse. [8]

Ⅰ.5.1 Accident majeur

Evénement tel qu'une émission un incendie ou une explosion d'importance majeur résultant de développements incontrôlé survenus au coure de l'exploitation d'un établissement, entrainant pour la santé humaine à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement et / ou pour l'environnement, un danger grave, immédiat ou différé et faisant intervenir une ou plusieurs substances dangereuses. [2]

Ⅰ.6 Sécurité

Selon (ISO /CEI Guide 2,1986). Absence de risque de dommage inacceptable [4]

Ou Selon (CEI /50/191,1990) La sécurité est l'aptitude d'une entité à éviter, dans des conditions données, des événements critique ou catastrophique [4]

Ⅰ.6.1 Sûreté de Fonctionnement

Selon (GT 7 - CEI) Ensemble de techniques et de méthodes permettant d'atteindre la sécurité. [4]

Ⅰ.6.2 Barrière de sécurité

A- Définition: Une barrière de sécurité est définie comme étant : une procédure ou un élément matériel destiné à interrompre ou à modifier le scénario d'un accident de manière à en réduire soit la probabilité, soit les conséquences. Tel que mentionné précédemment, celles-ci peuvent être divisées en barrière de prévention et barrières de protection. [10]

B- Barrières de prévention:

- ✓ Programme régulier d'entretien préventif des équipements
- ✓ Inspections (audits) sur le terrain des activités en cours

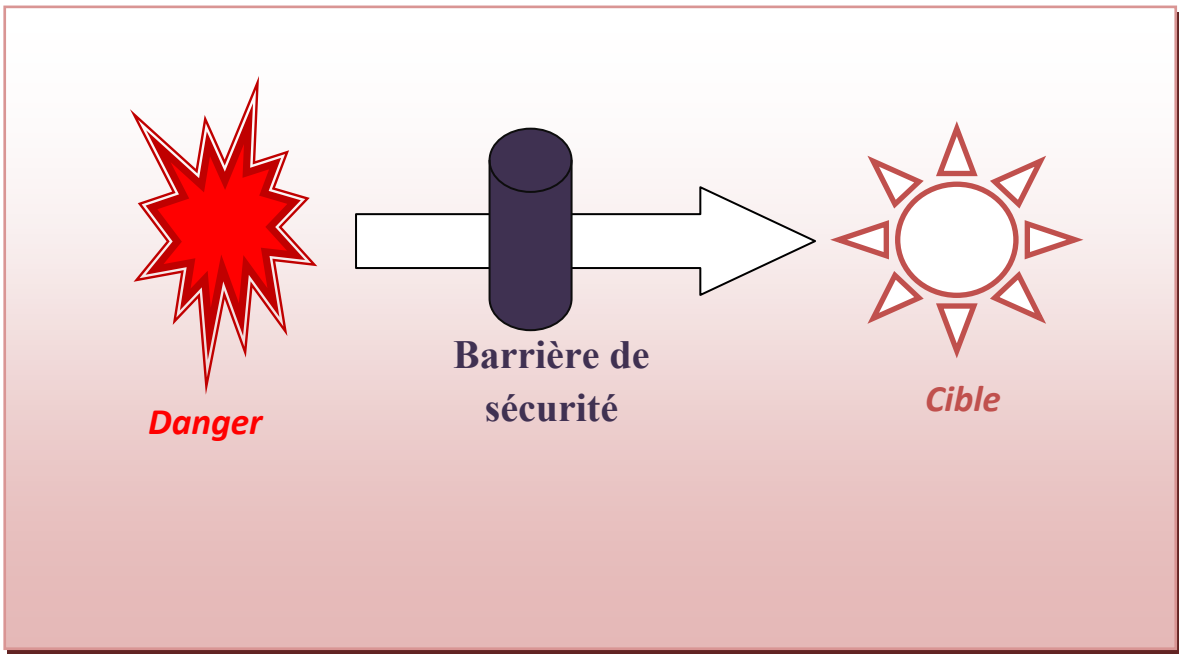
C- Barrières de protection :

- ✓ Appareils de détection avec alerte (p. ex. un détecteur de fumée)
- ✓ Bassin de rétention
- ✓ Plan d'urgence

D- Principe de la barrière de sécurité: Une barrière de sécurité peut avoir des fonctions de :

- **Prévention :** Evité la libération du potentiel de danger
- **Limitation :** limitation des effets de la libération du potentiel de danger.
- **Atténuation :** limitation des conséquences sur les cibles matérielles, Humaines ; Environnementales, Economiques interne et externe).

Ces fonctions peuvent être assurées soit par une barrière technique de sécurité (Dispositif de sécurité ou système instrumenté de sécurité) ou une barrière organisationnelle de sécurité (Activité humaine) [1]



Figure(1-3): Principe de la barrière de sécurité [1]

Ⅰ.7 Démarche pour l'analyse des risques associés a des installation industrielles

La représentions suivante présent la démarche adoptés pour l'analyse des risques associés a l'exploitation d'installation industrielle. cette démarche se décompose généralement en plusieurs étape.

Ⅰ.7.1 Définition de système à étudier et des objectifs a attendre

A- définition du système: Il est indispensable d'identifier clairement le système à étudie .

Il peut s'agir d'étudier les risques associés à une nouvelle installation devant être implantée . Identifie les risques associés à la modification en revue les risques à l'échelle d'un site industrielle complet. [2]

B- Définition des objectif attendre: C'est une étape essentielle qui permet notamment de définition les critères d'acceptabilité des risques [2]

Ⅰ.7.2 Recueil De L'information Indispensable A L'analyse Des Risques

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 important. [2]

A- Description fonctionnelle et technique du système: Il s'agit de traiter les points suivant :

- Identifier les fonctions du système étude (permet caractérise les défaillances possible)
- Caractérisé la structure du système (vire à décris le différent élément composent le système)
- Définir les conditions de fonctionnement du système (vire a caractérisé les états de fonction du système ces composant.et Décries les conditions d'exploitation du système [2]

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

- Il est peut être une source d'agression pour le système (naturelle, activité humain,…..)

- ❖ Il conative généralement une ensemble d' élément , vulnérable pouvant être affectes en cas d'accident.(les personne au suite ou **hourrite**) ;les installation , équipement environnement naturelle(nappes phréatique ;sols ….)

C- Identification des potentiels de danger: Interne : doit être réalisée de la façon la plus exhaustive possible (danger liée au produit) / condition opération réaction chimique.

Externe : doit permettre de caractérise les risque d'agression externe sur le système

D- Analyses des incidents accidentent passes: Elle met en lumière les causes renseignement précieux concernant les performances de certaines barrières de sécurité.

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

Ⅰ.7.3 Définition de la démarche a mettre en ouvre

- ✓ Choisir les outils les mieux adapté
- ✓ Définir le groupe de travail qui participe à la réflexion ; fixé des échelles de cotation des risque et une grille de criticité.

A- **Choix des méthodes de d'analyse des risque:** On a plusieurs et différentes méthodes d'analyse des risque peut prises individuellement ou de façon combinée .le choix l'un de ces méthodes fondé sur son domaine d'application et de ses caractéristique et l'objectif d'étude. [2]

Tableau(1-6) : Critères du choix les méthodes analyse de risques [2]

Méthodes	approche	Défaillances envisagées	Niveau de détail	Domaines d'application privilégiés
HAZOP	Inductive	Indépendantes	++	Système thermo-hydrauliques
Arbre des défaillances	déductive	Combinées	+++	Evénements redoutés ou indésirable préalablement identifiés

B- **Constitution d'un groupe de travail:**

- ✓ L'inter et des méthodes d'analyse des risques résident en majeur partie dans la conformation d'Avit et de remarque de personnes ayant des expériences et des connaissances complémentaire

- ✓ L'équipe doit être pluridisciplinaire [2]

C- **Echelle de cotation des risques:**

- ✓ Doit être définie on amont de l'analyse (P ,G)
- ✓ Ainsi une grille de criticité explication de travail se fondera pour proposer des mesures de maitrise supplémentaire.

D- **mise en œuvre de l'analyse des risque en groupe de travail :**

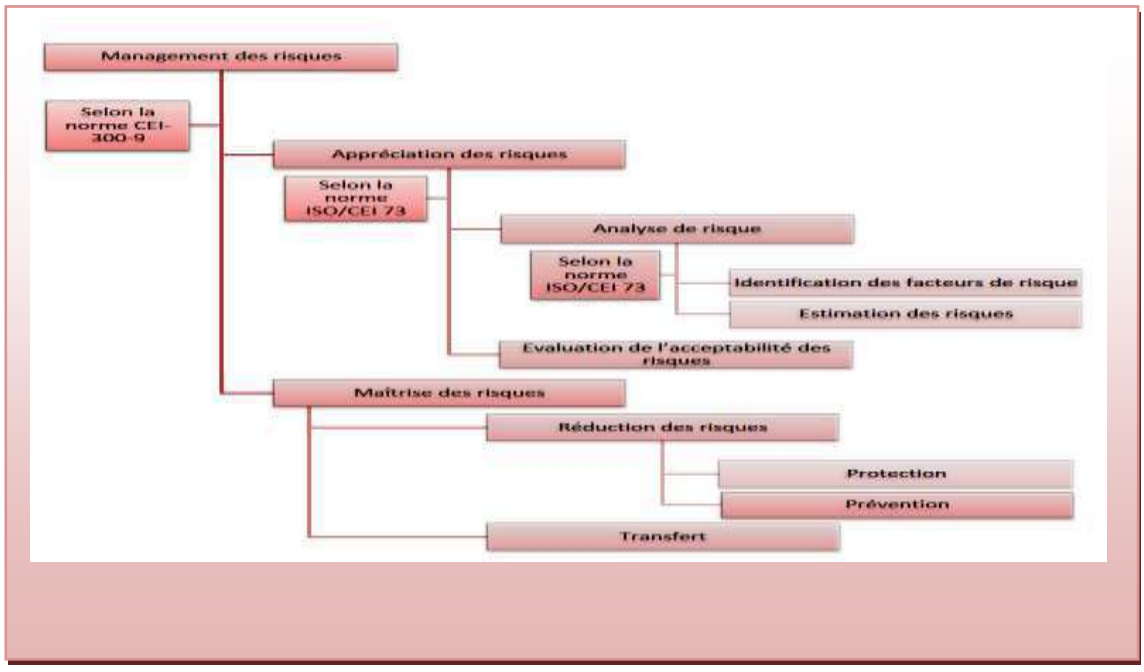
- ✓ Rappeler : les objectifs de réunion de travail.
- ✓ Principale caractéristique de système étude examine les plans ou visite des installations
- ✓ Identifier les causes caractérise les conséquences
- ✓ Identifie les barrière de sécurité : système de l'analyse (conclusion)

Ⅰ.8 Management des risques

Définition: Selon (ISO/CEI Guide 73, 2002) **:** viés coordonnées visant à diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque. Le Management du risque inclut typiquement l'appréciation du risque, le traitement du Risque, l'acceptation du risque et la communication relative au risque. [4]

Selon (CEI 300-3-9, 1995) Application systématique des politiques de gestion, des procédures et des usages aux tâches d'analyse, d'évaluation et de maîtrise du risque [4]

Le diagramme suivant exprime les étapes essentielles de management de risques



Figure(1-4) : Processus de Management des risques [4]

Ⅰ.8.1 Analyse de risque

Selon (ISO/CEI Guide73, 2002**) :** Utilisation systématique d'informations pour identifier les facteurs de risque et pour estimer le. [4]

L'analyse des risques vise donc tout d'abord a l'identifié des sources de danger et la situation associées qui peuvent conduire a des dommages sur les personnes l`environnement

L'analyse des risques permet aussi 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>. [2]

A- Identification des facteurs de risque: Selon le Guide ISO/CEI 73 (ISO/CEI Guide 73, 2002) : c'est un « Processus permettant de trouver, lister et caractériser les éléments du risque. Les éléments peuvent inclure les sources, les événements, les conséquences et la probabilité. L'identification des risques peut également concerner les préoccupations des parties prenantes ». . [4]

B- Estimation du risque : Selon le Guide ISO/CEI 73 (ISO/CEI Guide 73, 2002)

L'estimation d'un risque se définit comme un : « Processus utilisé pour affecter des valeurs à la probabilité et aux conséquences d'un risque. L'estimation du risque peut considérer le coût, les avantages, les préoccupations des parties prenantes, et d'autres variables requises selon le cas pour l'évaluation du risque » . [4]

On détermine

- d`un niveau de probabilité que le dommage survienne
- d`un niveau de gravite de ce dommage.
- niveau d'intensité du phénomène en question
- présence d'enjeux ou éléments vulnérables exposé
- l'estimation de ces grandeurs peut être qualitative quantitative ou semi-quantitative ; suivant le contexte les exigences des décideurs et les outils et donnée disponibles [2]

C- Evaluation de l'acceptabilité des risques : (Selon le Guide ISO/CEI 73 (ISO/CEI Guide 73, 2002) Processus de comparaison du risque estimé avec des critères de risque donnés pour déterminer l'importance du risque. La comparaison peut être menée par rapport à un référentiel préétabli dans l'objectif de permettre la prise de décision vis-à-vis de

L'acceptation du risque ou de la nécessité de son traitement. Elle peut considérer le coût, les avantages, les préoccupations des parties prenantes, et d'autres variables requises selon le cas pour l'évaluation du risque.. [4]

Ⅰ.8.2 Maîtrise des risques

(**S**elon le Guide ISO/CEI 73 (ISO/CEI Guide 73, 2002) Actions de mise en œuvre des décisions de management du risque. La maîtrise du risque peut impliquer la surveillance, la réévaluation et la mise en conformité avec les décisions. [4]

A- Réduction du risque: (**S**elon le Guide ISO/CEI 73 (ISO/CEI Guide 73, 2002) Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associées à un risque, ou les deux. [4]

B- Protection: Selon le (CEI 300-3-9, 1995) Mesures prises pour réduire les dommages causés par un événement. [4]

Selon le (EN 292/ISO 12100, 1995) Mesures de sécurité qui consistent en l'emploi de moyens techniques spécifiques, appelés protecteurs et dispositifs de protection, afin de protéger les personnes contre les phénomènes dangereux que l'application des techniques de prévention intrinsèque ne permet raisonnablement ni d'éviter ni de limiter suffisamment. [4]

C- **Prévention: S**elon le (EN 292/ISO 12100, 1995) Prévention intrinsèques est Mesures de sécurité qui consistent à éviter ou réduire autant de phénomènes dangereux que possible en choisissant convenablement certaines caractéristiques de conception, ou bien à limiter l'exposition des personnes aux phénomènes dangereux inévitables ou qui ne peuvent être suffisamment réduits ; ceci s'obtient en réduisant le besoin, pour l'opérateur, d'intervenir dans les zones dangereuses. [4]

D- Transfert de risque: Selon (ISO/CEI Guide 73, 2002) Partage avec une autre partie de la charge de la perte, ou du bénéfice du gain, d'un risque. [4]

Ⅰ.8.3 Typologie des méthodes d'analyse de risque

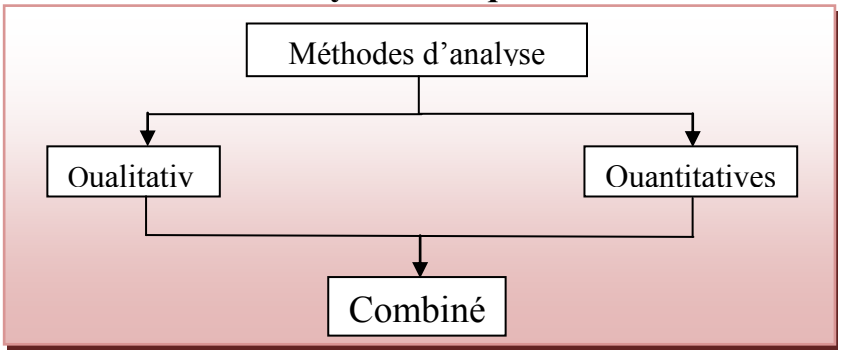


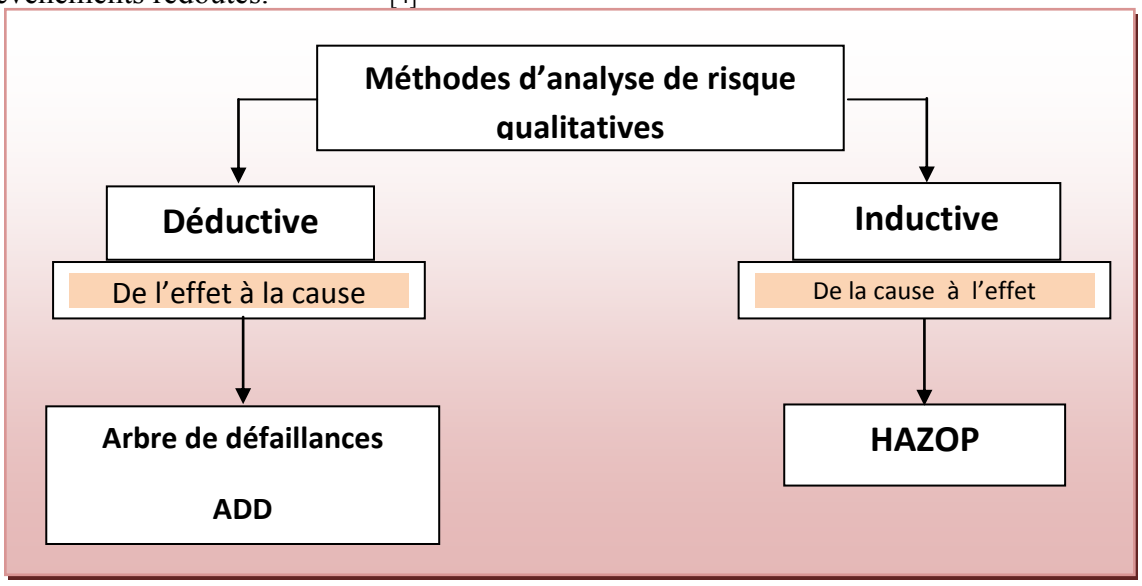
Figure (1-5): Typologie des méthodes d'analyse de

A- Les Méthodes qualitatives

L'APR, l'AMDEC, HAZOP ; l'Arbre de Défaillances ou l'Arbre d'Evénements restent des méthodes qualitatives même si certaines mènent parfois aux estimations de fréquences d'occurrence avant la classification des risques.

L'application des méthodes d'analyse de risque qualitatives fait systématiquement appel aux raisonnements par induction et par déduction (Monteau & Favaro, 1990).

La plupart des méthodes revêtent un caractère inductif dans une optique de recherche allant des causes aux conséquences éventuelles. En contrepartie, il existe quelques méthodes déductives qui ont pour but de chercher les combinaisons de causes conduisant à des évènements redoutés. [4]



Figure(1-6): Classification des principales méthodes d'analyse de risque qualitatives [4]

I .8.4 Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque

Nous avons retenu l'essentiel des critères pesant dans la mise en œuvre d'une méthode plutôt qu'une autre dans l'étude d'un système donné:

- ✓ Domaine de l'étude.
- ✓ Stade de l'étude (spécification, conception, .., démantèlement).
- ✓ Perception du risque dans ce domaine.
- ✓ Culture de la Sûreté de Fonctionnement de l'organisation.
- ✓ Caractéristiques du problème à analyser.
- ✓ Niveau envisagé de la démonstration de la sécurité.

- ✓ Savoir-faire des intervenants.
- ✓ Nature des informations disponibles (spécifications du système et de ses interfaces, contraintes, etc.).
- ✓ Retour d'expérience et base de données disponibles.
- ✓ Moyens humains, logistiques et autres.
- ✓ Délais et autres contraintes de management de projet. [4]

Toutefois, l'utilisation séparée d'une seule méthode d'analyse de risque peut ne pas apporter une démonstration définitive de la réalisation des objectifs de sécurité. En effet, il est nécessaire de combiner plusieurs méthodes pour une meilleure complétude et une bonne cohérence en termes de résultats. [4]

Ⅰ.8.5 La méthode Hazop

A- Préambule: La méthode HAZOP ; pour HAZARD opérabilité a été développé par la société **IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (ICI)** au début des années 1970. Elle a depuis été adapté dans différente secteurs d'activité utilisant des systèmes thermes hydraulique (chimie ; pétrochimie ; l'union des industries chimique) a publié en1980 une version français de cette méthode dans son cahier de sécurité. [2]

B- PRINCIPE: La méthode de type HAZOP est dédiée à l'analyse des risques des systèmes thermes- hydraulique pour lesquelles il est primordial de maitriser des paramètres comme la pression, la température, le débit …

L 'HAZOP ne considère plus des modes de défaillance mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. De ce fait elle est centrée sure le fonctionnement du procédé. [2]

C- DEROULEMENT: Le déroulement d'une étude HAZOP convient pour mener l'analyse de suivre la démarche présentée dans la norme **CEI 61882** « étude de danger et d'exploitabilité (étude HAZOP)- guide d'application :

- ✓ Dans un premier temps ; choisir une ligne ou une maille ; elle englobe généralement uniquement et ses conscience ; l'ensemble réalisant une fonction dans le procède identifier au cours de la description fonctionnelle.
- ✓ Choisir un paramètre de fonctionnement.
- ✓ Retenir un mot clé d'étudier la dérive associe.
- ✓ Vérifier que la dérive est crédible si oui passer au point 5 ; si non revenir au point 3

- ✓ Identifier les causes et les conséquences potentielles de ce dérivé.
- ✓ Examiner les moyennes visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrent ce ou en limiter les effets.
- ✓ Proposer le cas échéant ; des recommandations et amélioration.
- ✓ Retenir un nouveau mot-clé pour le même paramètre et reprendre l'analyse au point (3)
- ✓ Lorsque tous les mots-clés ont été considérés ; retenir un niveau paramètres et reprendre l'analyse au point (2)
- ✓ Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées ; retenir un nouvelle ligne et répondre l'analyse au point (1) [2]

D- Le flux de méthode HAZOP: le schéma suivante illustre la flux de méthode

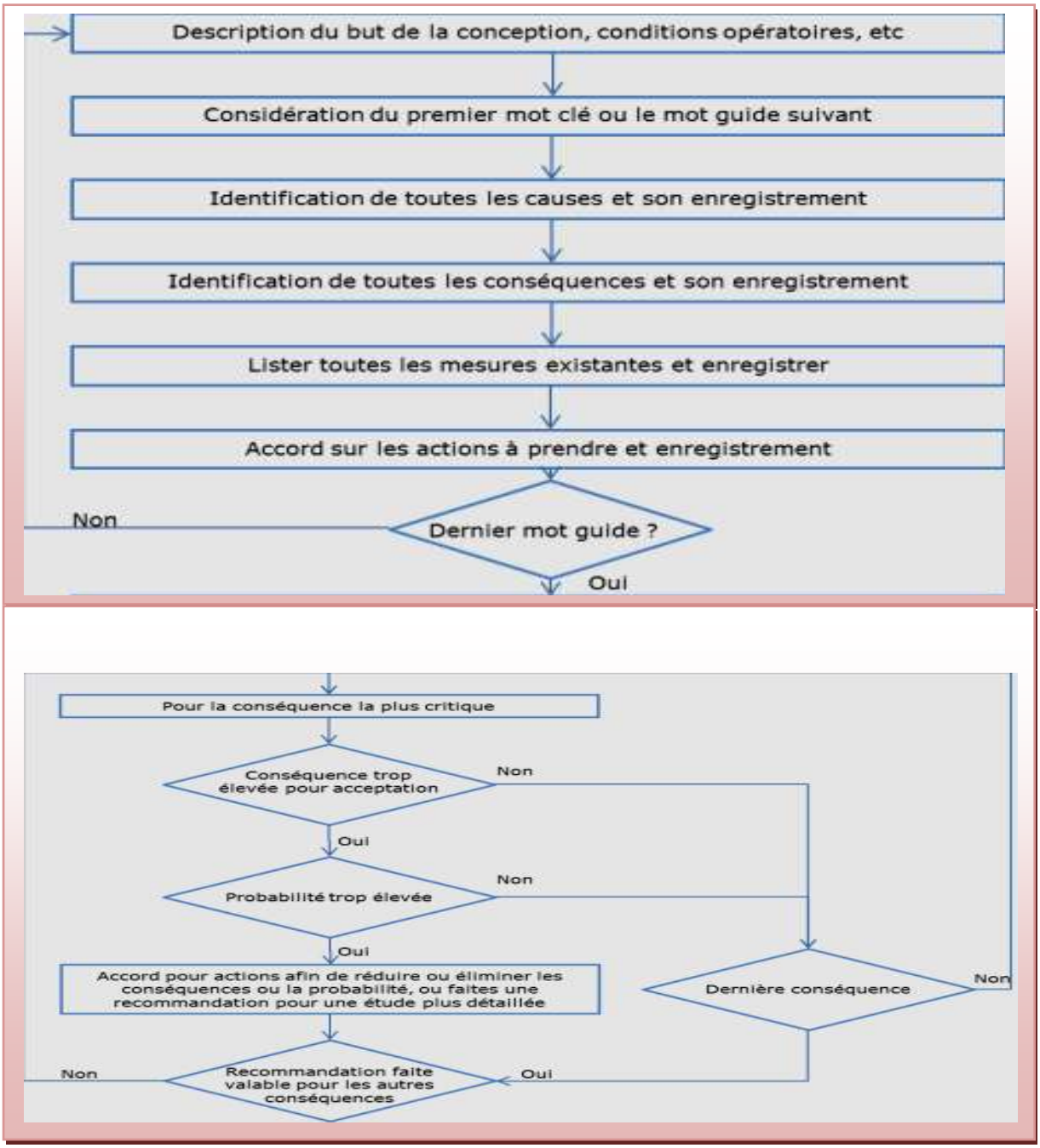


Figure (1-7): Schémas de flux HAZOP [14]

Tableau(1-7) : exemple de tableau pour l'analyse HAZOP guide (la norme CEI 61882) [2]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot clé	Paramètre	Cause s	Conséquence	Détection	Sécurités existantes	Proposition d'amélioration	Observations
	ne pas faire /plus /moins /en plus de /partie de /inverse /autre que /plus tôt /plus tard /avant/ après /	La température/la pression /le niveau /la pression /le débit /le niveau /la concentration /l'agitation /la quantité / l'absorption /la composition /la séparation /l'homogénéité / la viscosité /	Fuit de l'appareillage /arrête réaction /absorbation /élimination insuffisant de chaleur / défaillance du contrôle / évaporation brutal par suite d'une fait ou d'une détente / fuit /bouchage / /mélange possible dans circuits par fuite d'appareillage/d'énergie électronique /de vapeur de vide /	Modification des propriétés physiques et chimique /évaporation /flash /extinction flamme /perte des propriétés mécanique des matériaux /modification des propriétés physiques mécanique (fragilisation) / /sédimentation / /réaction parasite ou dangereuse inflammation /étincelle et source d'ignition.				

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

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

Remarque : Mot clé+ Paramètre =Dérivé

Tableau(1-8) : Liste des déviations étudiées / mots guides [14]

Déviations / Mots guides
1. Pas ou pas assez de débit
2. Retour de débit
3. Trop de débit
4. Trop de niveau
5. Pas assez de niveau
6. Trop de pression
7. Pas assez de pression
8. Trop de température
9. Pas assez de température
10. Mélange / réaction / viscosité / composition
11. Contamination
12. Opération anormale
13. Vibration / stress / fatigue
14. Défaillance des utilités
15. Influences externes

E- Prise en compte des barrières de prévention / protection

Deux types de barrières de sécurités ont été déterminés au cours de l'HAZOP :

- les barrières de prévention, dont la mise en place impacte la fréquence potentielle d'apparition du danger ;
- les barrières de protection, dont la mise en place impacte la gravité potentielle du phénomène dangereux considéré. [14]

F- Formulation de recommandations

- Enfin lorsque le niveau de risque résiduel n'était pas acceptable, des recommandations ont été formulées.
- Ces recommandations seront analysées dans la phase suivante afin de valider ou non un niveau de risque final acceptable.
- Les recommandations énoncées peuvent également avoir pour but une vérification du design des installations ou la proposition de mesures d'amélioration plus génériques. [14]

G- LIMITE ET AVANTAGE

✓ **AVANTAGE**

- HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydraulique.
- Cette méthode présente un caractère systématique et méthodique.
- Considèrent ; de plus simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système.
-

✓ **LIMITE**

- Elle évite entre autres de considérer tous les modes de défaillance possibles pour chacun des composants du système.
- HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyse l'événement résultats de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.
- Il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimiter du système étudier cela complique singulièrement d'identification exhaustive des causes potentielle d'une dérivé. [2]
- **Remarque:** HAZOP traitent de tous types de risques elle peut être particules longue à mettre en œuvre et conduire à une production abondant d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs. [2]

I .8.6 Arbre de défaillance(ADD)

A- Historique et domaine d'application : L'analyse par arbre des défaillances fut historiquement la première méthode mise au point envie de procéder à un examen systématique du risque ; elle a été élaborée au débit des années 1960 par la compagne American BEEL TELEPHONE. [2]

B- PRINCIPE: L'analyse par arbre de défaillances est une méthode de type déductif .en effet, il s'agite à partir d'un évènement redouté défini a apriori de déterminer l'enchainement d'évènements ou combinaisons d'évènement pouvant finalement conduire à cet évènement ; cette analyse permet de remonter de causes en causes jusqu'à l'évènement de base susceptibles d'être à l'origine de l'évènement redouté.

C- Caractéristiques: Un arbre de défaillance est généralement présenté de haut en bas La ligne la plus haute ne comporte que l'événement dont on cherche à décrire comment il peut se produire. Chaque ligne détaille la ligne supérieure en présentant la combinaison ou les combinaisons susceptibles de produire l'événement de la ligne supérieure auquel elles sont rattachées. Ces relations sont représentées par des liens logiques OU ou ET. [9]

D- Objectifs

✓ Évaluation de la probabilité de l'événement Redouté : (la probabilité de survenue de l'événement Redouté à partir des probabilités des événements de base)

✓ Prise de connaissance des scénarios d'accident :(Un arbre de défaillance peut aussi être lu comme la collection des scénarios conduisant à l'événement Redouté)

- ✓ Arbre de défaillance et retour d'expérience :(Au fur et à mesure que le retour d'expérience fournit des scénarios qui se sont réellement déroulés/ après un certain temps de fonctionnement stable, un retour d'expérience fournit des fréquences constatées de certains événements
- ✓ Appréciation de la défense en profondeur : (on se donne comme règle que plusieurs barrières indépendantes s'interposent entre les événements initiateurs et l'accident.
- ✓ Évaluation prévisionnelle d'une mesure de réduction de risque : (on peut établir une prévision d'effet de mesure relativement à l'événement étudié
- ✓ Hiérarchisation des événements de base : (il est utile d'évaluer la
- ✓ contribution relative de chaque événement de base à la survenue de l'événement Redouté [9]

E- Les évènements de base correspondent généralement à des :

- ✓ Evènements élémentaires qui sont généralement suffisamment connus et décrits par ailleurs pour qu'il ne soit pas utile d'en rechercher les causes certaines de ces évènement élémentaires.
- ✓ Evènements dont les causes seront développés ultérieurement au gré d'une nouvelle analyse
- ✓ Evènements ne pouvant être considérés comme élémentaires mais dont les causes ne seront pas développées faute d'intérêt.
- ✓ Evènement survenant normalement et de manières récurrentes dans le fonctionnement du procédé ou de l'installation. [2]

Toutefois, un événement de base doit répondre à un certain nombre de critères, en l'occurrence :

- ✓ Il doit être indépendant des autres événements de base.
- ✓ Il ne doit pas être décomposable en éléments plus simples.
- ✓ Il doit avoir une fréquence évaluable. [4]

Les liens entre les différents évènements identifiés sont réalisés grâce a des portes logique de type « ET »et « OU »cette méthode utilise une symbolique graphique particulière que permet de présenter les résultats dans une structure arborescente [2]

Note:

- ➢ Le lecteur peut se reporter ou conventions de présentation proposées dans la norme CEI G1025 :1990 « analyse par arbre de panne » (APP)

- A l'aide de règles mathématiques et statistique il est alors théoriquement possible d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'évènement finale à partir des probabilités des évènements de base identifiés. [2]

F- Les étapes d'analyse par ADD: L'analyse par Arbre de Défaillances se déroule généralement a les étapes suivantes :

- Spécification du système et de sa frontière (mener l'analyse et qu'elle nécessite le plus souvent une connaissance préalable du risque) [4]
- Définition de l'évènement redouté étudié (préalablement identifiés par exemple par HAZOP ; AMDEC ; APR)
- Elaboration de l'arbre
- Exploitation de l'arbre [2].

G- Définition de l'évènement redoute: Selon la **norme (**AFNOR NF X60-010). Altération ou cessation de l'aptitude d'un système, à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques [15].

H- Définition vision ADD: La définition de l'évènement final ; que fera l'Object de l'analyse; est une étape cruciale pour la construction de l'arbre ; on conçoit qui plus cette évènement est défini de manière précise , plus simple sera l'élaboration de l'arbre des défaillances par ailleurs s'agissant d'une méthode ; qui peut se révéler rapidement lourde a mener ; elle doit être réservées à des évènement jugés particulièrement critiques en ce sens l'utilisation préalable de méthodes inductives (APR ,AMDEC,HAZOP)permet d'identifier les évènements qui méritent d'être retenus pour une analyse par arbre des défaillances et d'identifier certaines évènements indicateurs qui pourront être développés dans l'arbre de défaillances .

BN ; Des manières classique, les évènements considérés peuvent concerner le rejet à l'atmosphère de produire toxiques ou inflammable ; le risque d'incendie ; d'explosion …..

I- Elaboration de l'arbre:

- La construction de l'arbre des défaillances vise à déterminer les enchainements d'évènements pouvant conduire à l'évènement final retenu .cette analyse se termine lorsque toutes les cause potentielles correspondent à des évènements élémentaire
- L'élaboration de l'arbre des défaillances suit le déroulement présenté en figure ultérieur.

- La recherche systématique des causes immédiates nécessaires et suffisantes (INS) est donc à la base de la construction de l'arbre, il s'agit probablement de l'étape la plus délicat et il est souvent utile de procéder à cette construction au sein d'un groupe de travail pluridisciplinaire

De plus ; la mise en œuvre préalable d'autres méthodes d'analyse des risque de type inductif facilite grandement la recherche des défaillances pour l'élaboration de l'arbre , en particulière en cas de système complexe

Afin sélectionner les évènements intermédiaire il est indispensable de procéder pas à pas en prenant garde à bien identifier les causes directes et immédiates de l'évènement considéré et se poser la question de savoir si ces causes sont bien nécessaires et suffisantes , faute de quoi ; l'arbre obtenu pourra être partiellement incomplet voire erroné. [2]

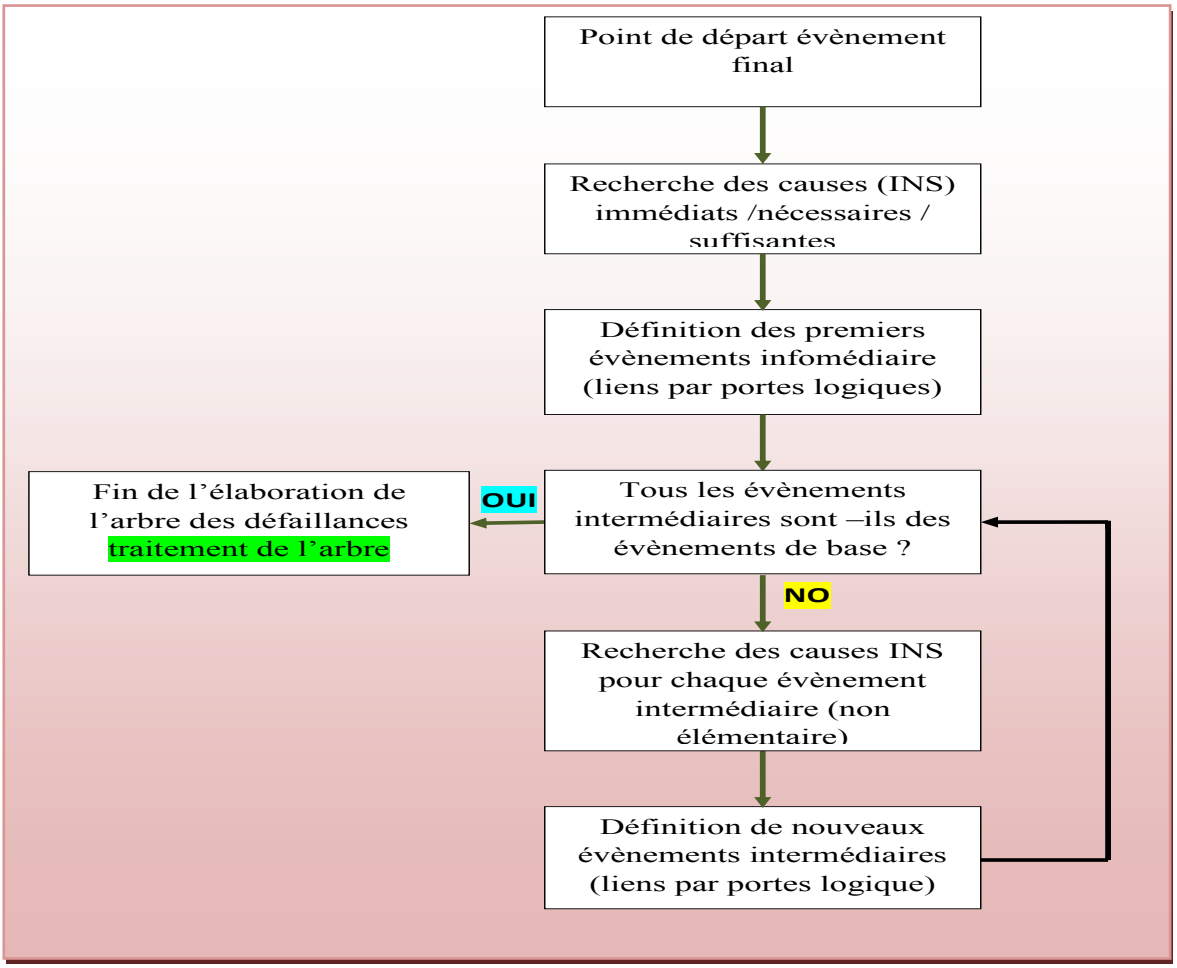


Figure (1-8): démarche pour l'élaboration d'un arbre des défaillances [2]

BN :

- Cette dernière démarche est facilitée par l'application préalable d'une méthode de type inductive (APR ; AMDEC ; ADD….)
- Il faut respecter certaines règles supplémentaires à observer durant la construction de l'arbre sont :
    - ➢ vérifié que le système est cohérent c'est-à-dire la défaillance de tous se composantes entraine la défaillance du système
    - ➢ S'assure que tous les événements d'entrée d'une porte logique ont bien été identifiés
    - ➢ Evite de connecter directement deux portes logiques
    - ➢ Ne sélectionner que les causes antérieures à l'existence de l'événement considéré

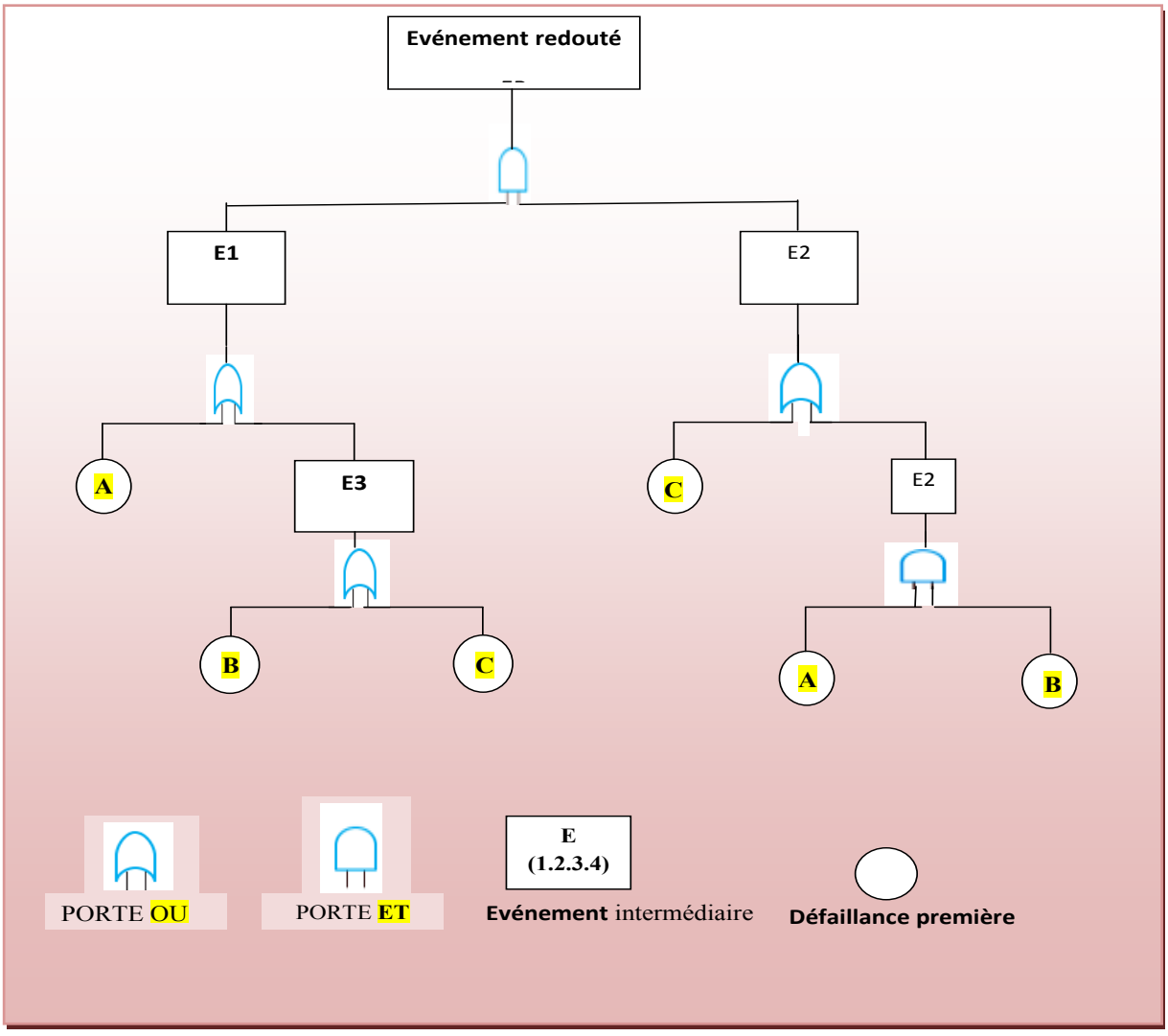


Figure (1-9): exemple d'arbre des défaillances (VILLEMER, 1988)

J- Couper minimale réduction d'arbre : ou « chimique critique » On appelle coupe d'un arbre un ensemble d'événements de base et de conditions suffisant pour produire l'événement Redouté.

Parmi ces coupes on appelle coupe minimale un ensemble d'événements de base ou conditions nécessaire et suffisant à produire l'événement Redouté. Si on retire à une coupe minimale un seul de ses éléments, n'importe lequel, le reste ne suffit plus à produire l'événement redouté. [9]

La recherche des coupes minimales est effectuée à partir des règles de **algèbre de BOOLE** en considérant que :

- ✓ à chaque évènement de base correspond une variable booléenne.
- ✓ L'évènement de sortie d'une porte « ET »est associé au produit des variables booléennes correspondant évènements d'entrée.
- ✓ L'évènement de sortie d'une porte « ou » est associé à la somme des variables booléennes correspondant aux évènements d'entrée [2]

Quelques –unes des principales règles de l'algèbre de BOOLE sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau(1-9) : principales règles de l'algèbre de BOOLE [2]

Propriétés	Produit(ET)	Somme (OU)
Commutativité	A.B=B.A	A+B=B+A
Idempotence	A.A=A	A+A=A
Absorption	A(A+B)=A	A+A.B=A
Associativité	A.(B.C)=(A.B).C	A+(B+B)=(A+B)+C
Distribution	A.(B+C)= A.B+A.C	A+B.C=(A+B).(A+C)

Ainsi dans l'exemple précédent*** Figure ()** ; la recherche des coupes minimales peut s'effectuer comme suite :

$E_R=E_1 .E_2$

$E_1 =A+E_3$ / $E_3=B+C$

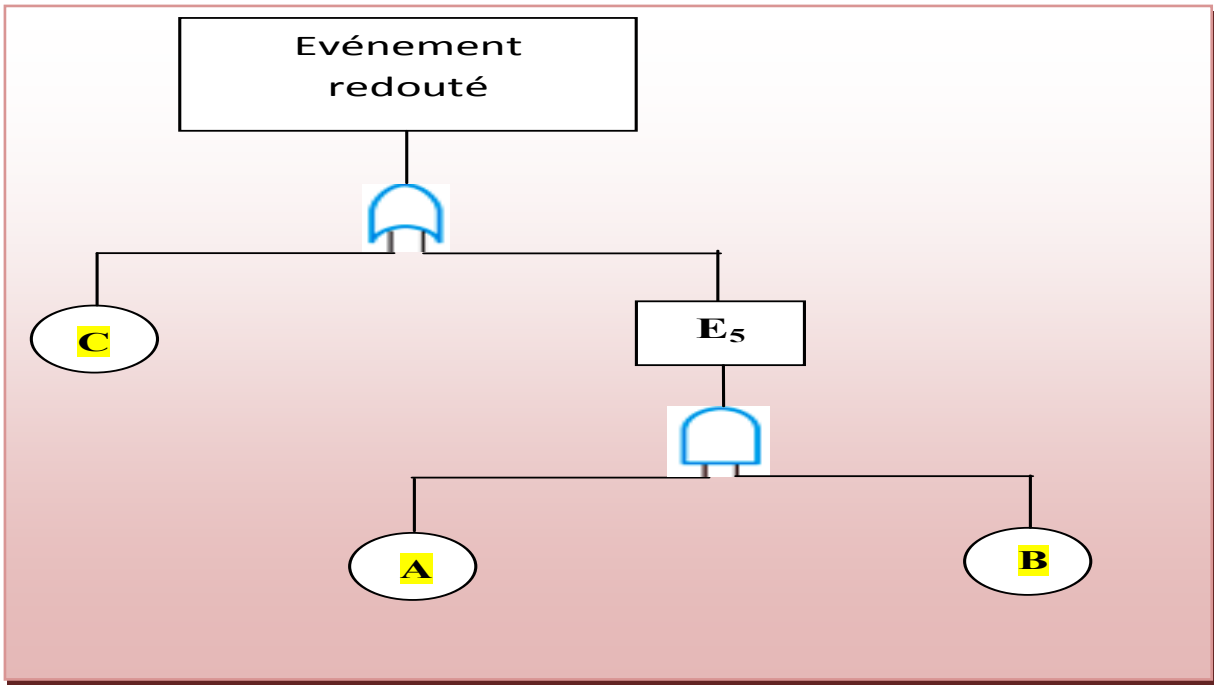
$E_2=C+ E_4$/ $E_4=A.B$

Au totale ; nous avons dans :

$E_R=(A+B+C).(C+A.B)=A.C +A .B +B.C +A.B+C +C.A.B$

Or : A.C+C=C et A.B +A.B.C =A.B (par absorption)

$E_R=C+A.B + B.C+A.$ [2]



Figure(1-10) : réduction de l'arbre des défiances pris en exemple « villemeur ,1988 »

[2]

K- Exploitation qualitative de l'arbre de défaillances :

- **L'exploitation qualitative de ADD vise:** De maniéré intuitive ; une défaillance se propageant à travers le système en ne rencontrant que des portes « ou »est susceptible de conduire très rapidement à des portes « ET »indique que l'occurrence de l'évènement final à partir de l'évènement ou la combinaison d'évènement de base est moins probable et démontre ainsi une meilleure prévention de d'évènement final

Plus l'ordre d'une coupe minimale est petite, plus l'occurrence de l'évènement final suivant ce chemin critique peut paraitre probable. [2]

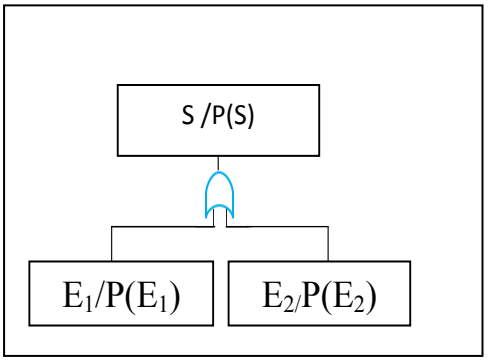
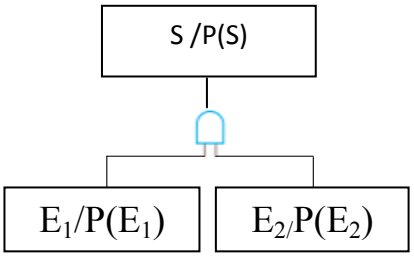
- **Exploitation quantitative de (ADD):** L'exploitation quantitative de l'arbre des défaillances vise à estimer ; à partir des probabilités d'occurrence des évènements de base ; la probabilité d'occurrence de l'évènement finale ainsi que des évènements intermédiaires.

Il est possible de foire appelé à :

- ✓ Des bases de données
- ✓ Des jugements d'experts
- ✓ Des essais lorsque cela est possible
- ✓ Au retour d'expérience sur l'installation ou des installations analogues

- ✓ A partir des probabilités des évènement de base , il s'agit de remonter dans l'arbre des défaillance en appliquant les règles suivante

Tableau(1-10) : les règles des portes logique [2]

Porte « OU »	Porte « ET »
	
P(s)= $P(E_1)$+ $P(E_2)$- $P(E_1)$. $P(E_2)$ (théorème de Pointcarré Lorsque la probabilité des évènements de base est faible , est possible de négliger le produit $P(E_1)$. $P(E_2)$ et de considérer P(s)≈ $P(E_1)$+ $P(E_2)$	P(s)≈ $P(E_1)$. $P(E_2)$

A titre d'exemple; appliquons cette démarche à l'arbre réduite présente en figure ( ) en supposant les probabilités des évènements de base connusses

$P(A)=10^{-3}$

$P(B)=10^{-2}$

$P(c)=10^{-6}$

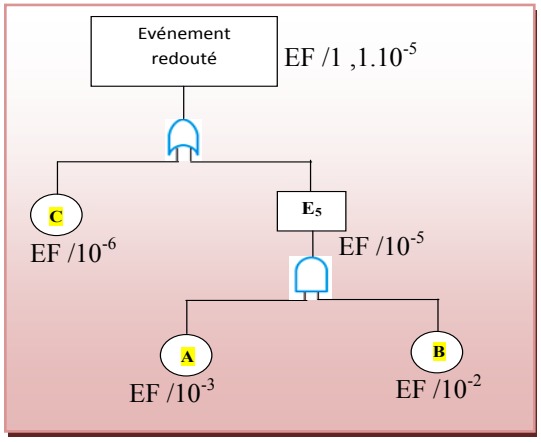
$p(E_5)= P(A). P(B)=10^{-5}$

$P(F)= P(E_5)+(P(c))=1.1*10^{-5}$

$A.N =10^{-3}.10^{-2} =10^{-5}$

$10^{-5} + 10^{-6} =10^{-5}(1+10^{-1}$

$=1.1*10^{-5}$



Figure(1-11): détermination de la probabilité de l'évènement final [2]

Réduction des risques : La réduction de la probabilite de chetivement final peut alors etre envisagée de plusieurs manières

1- En supprimant ou réduisant la probabilité d'occurrence des évènements de base .
2- En améliorant la fiabilité du système par l'ajoute de portes « ET »entre l'évènement finale et de base .les portes « ET »placées au plus proche de l'évènement final

permettent de traiter un maximum de coupes minimales et le cas échéant de traiter certaines causes qui n'auraient par été en visage même défaillante. [2]

■ **Remarque** : L'arbre de défaillance ne permet pas de rendre bien compte d'une dimension temporelle riche : en lui-même il ne permet pas de représenter des aspects de durée ou de chronologie [9]

Ⅰ.9 Conclusion

Le domaine HSE a un grand vocabulaire de terminologies spécifiques et des méthodes analytiques qui incluent quand nous voulons faire une étude ; recherche où découverte-le. En cette chapitre nous avons touché les essentielles terminologies et méthodes qui nous avons-les besoin au cet étude.

*** Remarques: On a un glossaire complémentaire**

CHAPITRE : II

Présentation de projet et l'unité W1C

Ⅱ.1 Introduction

Le projet de Revamping des satellites du CIS consiste à moderniser les installations des sept satellites existant chargés de collecter les effluents des puits, les séparer et les envoyer vers le CIS à Hassi Messaoud. La ségrégation des puits HP et BP est la principale raison du projet de modernisation.

Ce projet est actuellement en phase EPC (Engineering, Procurement and Construction).

Ⅱ.2 Identification de projet

- Titre du Projet : Projet de revamping des unités satellites sud de Hassi-Messaoud (HMDS).
- Maître de l'Ouvrage : SONATRACH (STRUCTURE CONTRACTANTE).
- Numéro affaire de l'Entrepreneur : 0-7382-20.
- Entrepreneur : Consortium JGC CORPORATION et JGC Alegria SPA.
- Sous-traitant : L'entrepreneur qui conduit les travaux de construction sur site [13]

Ⅱ.2.1 Présentation de Sonatrach

SONATRACH est la compagnie nationale algérienne pour la recherche, la production, le transport par canalisation, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures dérivés, elle emploie 120.000 personnes dans l'ensemble du Groupe.

SONATRACH est divisé en quatre Activités : E&P, LRP, Transport par canalisation et Commercialisation. La Division Production (DP) fait partie intégrante de l'Activité E&P. Les sites de production de la Division Production sont répartis selon les Directions Régionales suivantes :

La Direction Régionale de Hassi Messaoud comprenant les sites de production suivants : CINA, CIS, Unités Satellites, El Borma et Mesdar et BBK.

La Direction Régionale de Hassi Messaoud comprend les unités satellites suivantes :

- ✓ Satellite S1A ;
- ✓ Satellite W1C ;
- ✓ Satellite E1C ;
- ✓ Satellite W1A ;
- ✓ Satellite W2A ;
- ✓ Satellite E1C ;
- ✓ Satellite E2A ;



Figure(2-1): organigramme général de la direction régionale de Hassi Messaoud

Ⅱ.2.2 Coordonnées du site d'exploitation

- SONATRACH – Exploration Production
- Division Production
- BP n°50 HASSI MESSAOUD
- Wilaya de Ouargla - Algérie
- Tel : +213 (0) 29 73 74 77

- Fax: +213 (0) 29 74 24 53

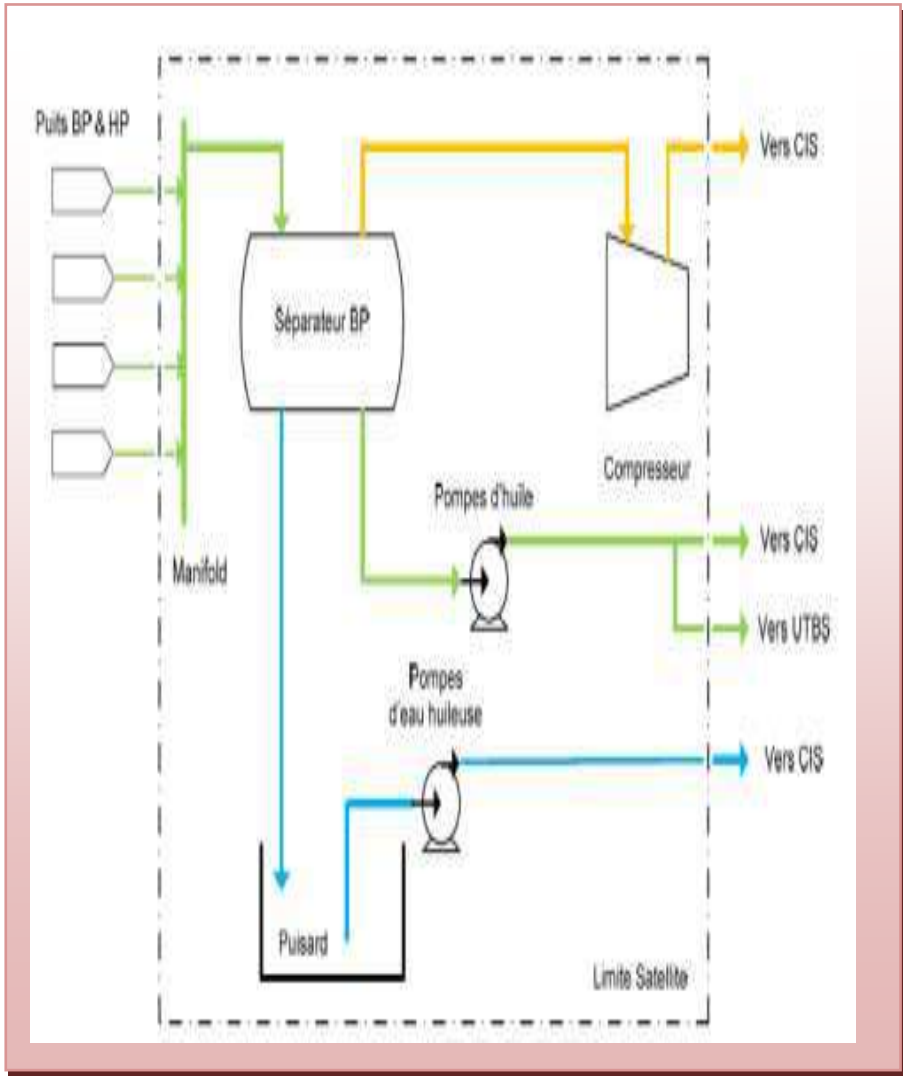
Données météorologiques

La région d'Hassi Messaoud se situe dans la région saharienne du Sud-Est de l'Algérie.[suive l'annexe descriptive]

Ⅱ.3 Description des installations d'exploitation et de production

Ⅱ.3.1 Les flux sur le champ des satellites Sud

La production des puits BP et HP sont envoyés vers les satellites via une série de sous-manifold, après séparation l'eau, l'huile et le gaz par le séparateur BP. Le gaz produite et l'eau sont collectés et envoyés vers le CIS. Le brut produit est envoyé vers le CIS et l'UTBS tel qu'illustré dans les schémas ci-dessous.



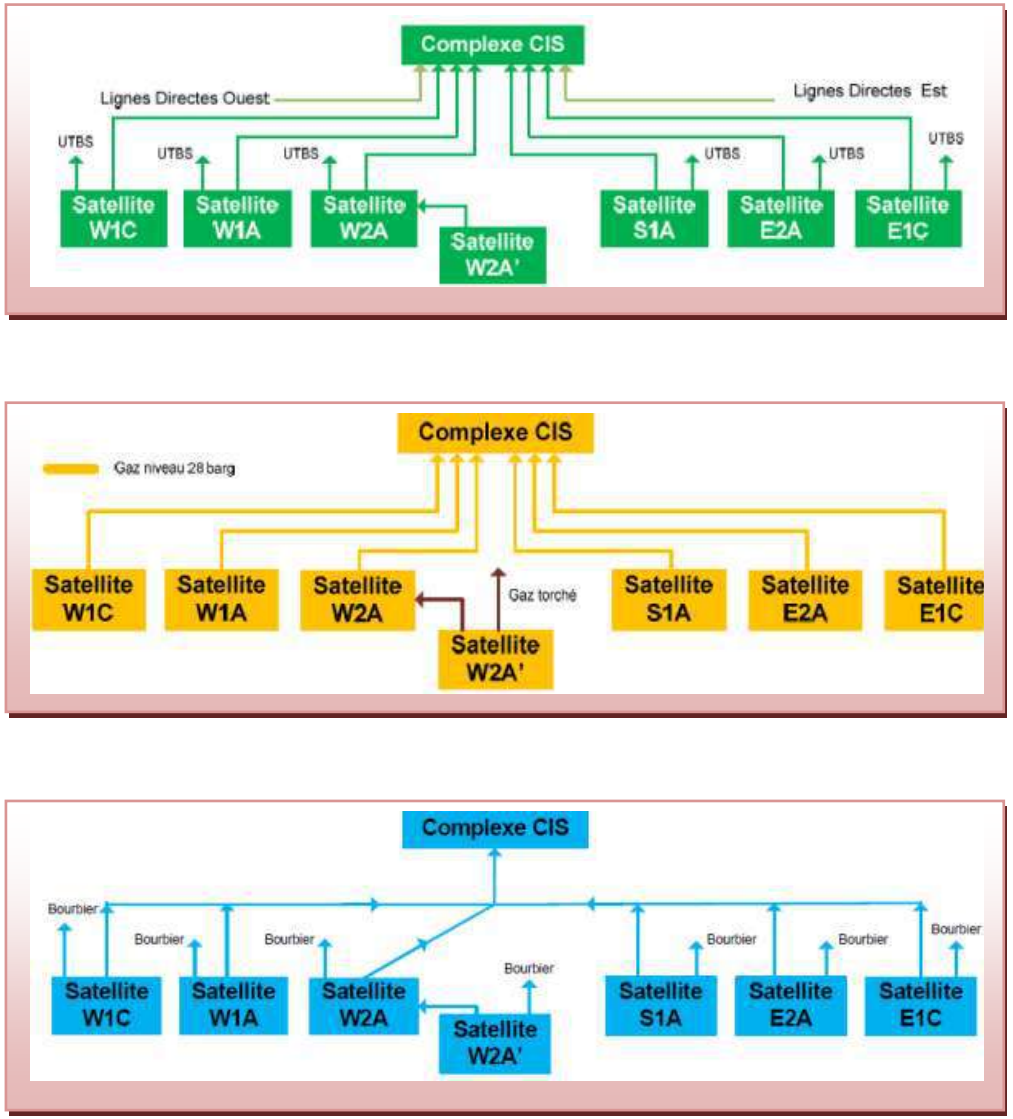


Figure (2-2): Schéma des flux existants [10]

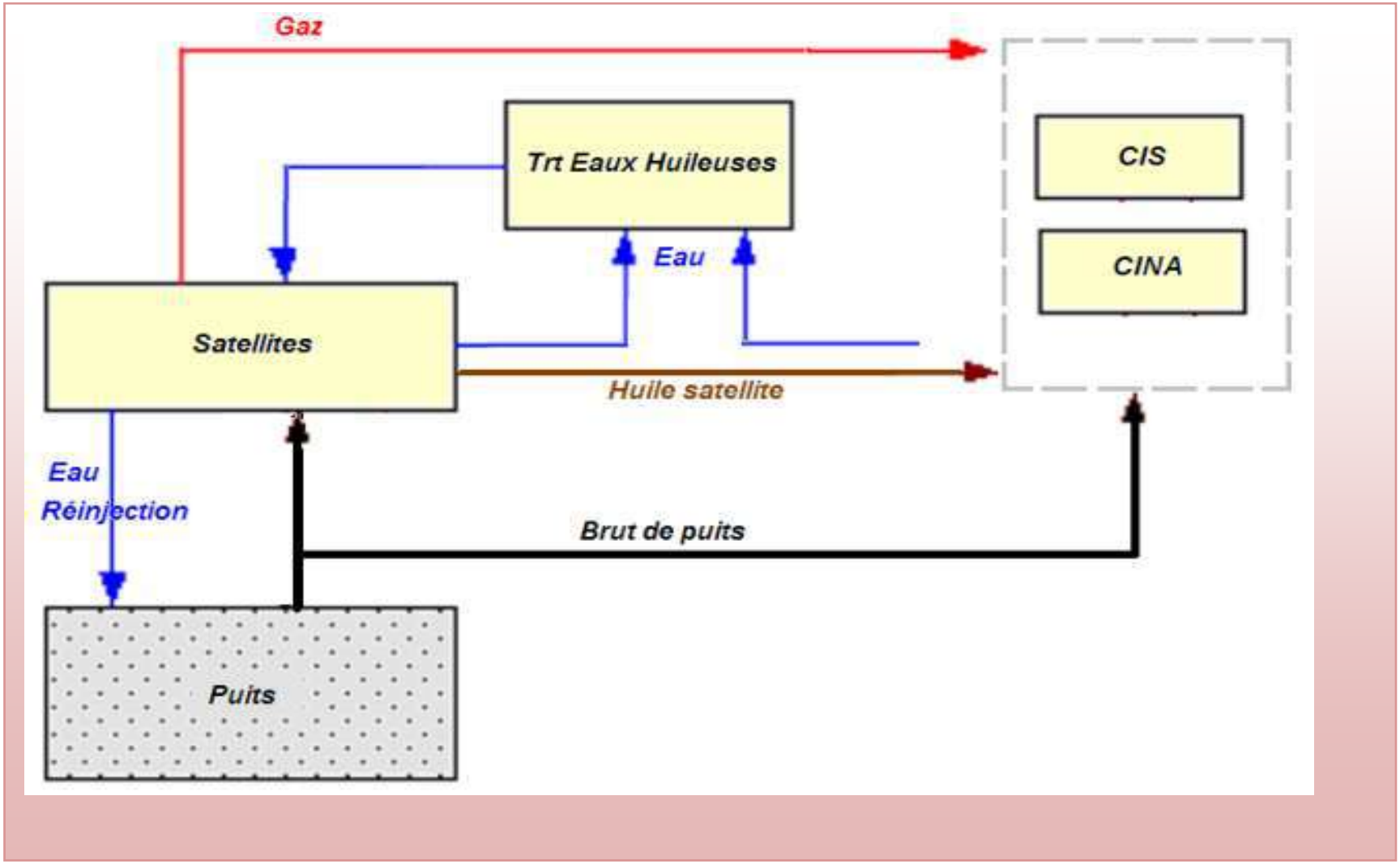


Figure (2-3): Schéma des flux des unités satellites au sein des unités de production et de traitement d'Hassi Messaoud [10]

Ⅱ.3.2 Objectifs de projet:

Le projet de rénovation a pour objectif de moderniser les installations existantes, augmenter la capacité de production et rendre les installations conformes aux lois et règlement en vigueur concernant la sécurité et la protection de l'environnement.

Les équipements existants des satellites et la conception des nouvelles installations devront supporter les charges maximales en huile, gaz et eau de production prévues sur une durée de 32 ans.

La rénovation et les modifications au niveau de tous les satellites ont des objectifs communs pour ce faire, le fonctionnement général du champ va être adapté (nouveaux manifolds, révision du design des satellites…). Les modifications générales sont expliquées ici. Les modifications détaillées concernant le satellite W1C sont reprises ci-dessous.

Au niveau du champ, les flux seront dirigés à travers un réseau de pipelines modifiés. Un nouveau réseau Haute Pression est installé et inclus des nouveaux « Headers » sur les sous-manifolds pour recevoir les flux Haute Pression. Des lignes dédiées au transport de ces flux HP vers les satellites vont être installés. La création du nouveau réseau HP est illustrée ci-dessous.

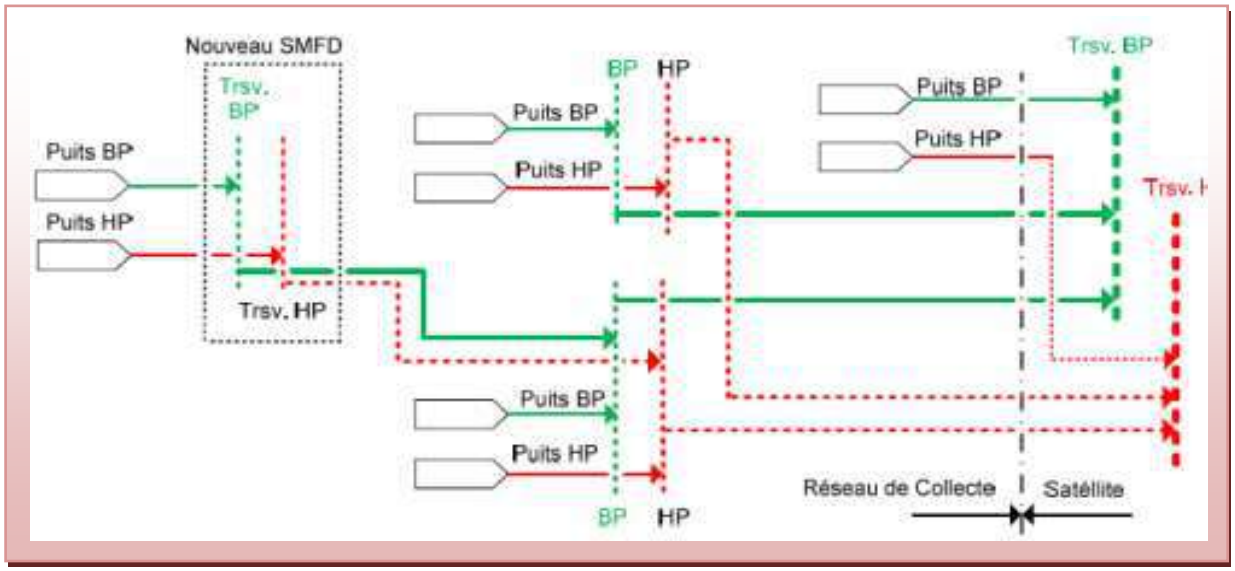


Figure (2-4): Schéma de principes des flux BP et HP entre les puits et les satellites

Ⅱ.3.3 Les principales modifications apportées sont liées aux unités suivantes

- Création d'une collecte ségréguée HP / BP ;

- Création d'un séparateur HP ;

- Rénovation de la pomperie d'huile en sortie de séparateur BP ;

- Rénovation du système eaux huileuses avec création d'un nouveau bassin d'eaux huileuses ;

- Réseau gaz combustible et gaz instrument ;

- Ajout d'un réseau de drainage fermé ;

- Remplacement du système de torche actuel par 3 réseaux torche dédiés HP, LP, et atmosphérique ;

- Remplacement des packages d'injection chimique ;

- Réseau air service ;

- Système anti incendie ;

- Réseau eau service.

Ⅱ.3.4 Planning de contrôle du projet

La date de début du projet est le 05 juin 2016.

La date de fin du projet est le mars 2020.

1- Les phases de projet

Engineering: Le planning de contrôle est élaboré sur la base des documents livrables du Procédé, y compris PFD et P&ID,

Les documents livrables d'ingénierie seront soumis à la revue du Maître de l'Ouvrage en trois temps, c'est-à-dire:

- Emission pour revue
- Emission pour construction
- Emission "Après construction"

Procurement : L'Entrepreneur émettra les bons de commande aux fournisseurs;

Construction : L'Entrepreneur considérera les conditions suivantes pendant les travaux de construction.

* L'Entrepreneur ne sera soumis à aucune restriction quant à l'opportunité des travaux de tie-in. Les travaux de tie-in aux installations existantes seront conduits suivant le calendrier ci-joint. L'Entrepreneur doit faire parvenir au MO une notification préalable à cet effet mentionnant la date d'intervention

* Les travaux à chaud, y compris le soudage, seront autorisés pendant l'exploitation des installations sous réserve de se conformer au permis de travail à chaud.

* L'excavation mécanique sera autorisée pour la zone de Section HP. Dans la zone de Revamping, l'excavation sera faite manuellement après avoir vérifié par l'excavation de sondage qu'il n'existe aucune structure enterrée.

* Lors des travaux de tie-in aux installations existantes, toutes les lignes existantes seront mises à la disposition de l'Entrepreneur dans un état inerté.

* Le déplacement du système CCTV sur la clôture sera réalisé par le MO. [13]

L'Entrepreneur a étudié la possibilité de mettre en service la section HP de façon anticipée pendant les travaux de revamping et de réaliser une mise en service précoce par rapport au calendrier global du projet. A ce titre, l'Entrepreneur propose l'objectif suivant :

2- Démarrage anticipé de la Section HP

Les équipements suivants seront installés au sein de la section HP:

- Manifold principal
- Séparateur HP
- Torche HP
- Ballon de garde torche HP (KO)

3- Prés test et mise en service

L'Entrepreneur prendra en compte les conditions suivantes pour les activités de precommissioning & commissioning:

- A la demande de l'Entrepreneur, le MO fournira des superviseurs, inspecteurs et opérateurs pour les activités de precommissioning & commissioning à tout moment. L'Entrepreneur fera parvenir au MO un préavis de vingt-quatre (24) heures à cet effet.

- Le MO est tenu d'affecter des opérateurs expérimentés pour les opérations de démarrage et les essais de performance, compte tenu de 4 quarts/jour au minimum. [13]

4- Les activités de projet

Le tableau suivant exprime les différentes activités de projet

Tableau(2-1) :Les importantes activités de projet :

Item	Activité	Taches
01	Travaux Génie civile	Terrassement et décapage
		Excavation
		Ferraillage
		Coffrage
		Coulage béton
		Décoffrage
		Remblayage
		maçonnerie
		plomberie
		Godronnage
		Transport des matériaux de construction
		Test de filtrage
		Compactage de sol
		Démolition
		Nettoyage
02	Travaux mécanique et charpente métallique	Transport de matériaux, matérielles et équipements
		Stockage des équipements et des matériaux
		Levage de matériaux, matérielles et équipements
		Assemblage des équipements
		Installation des équipements
		Connexion des équipements avec les réseaux (Electric, gaz, eau, drainage ….)
		Teste d'équipements
		Mise en service
		Isolation d'équipement
		Réparation et maintenance
0 3	Travaux soudure pipe et pipe line	Transport de matériaux, matérielles
		Stockage de pipe
		Mise en place de pipe
		Coupage de pipe
		Centrage de pipe
		Activité de meulage
		Activité de soudage
		Test de soudage (NDT/RAYON X)
		Enrobage des joints
		Test pression et filtrage
		Mise en fouille ou tranchés
		Remblayage des tranchés

04	**Travaux d'électricité et instrumentation**	Transport de matériaux et matérielles
		Stockage des matérielles et des matériaux
		Soudage des chemins de câbles et supports
		Installation de chemin des câbles
		Excavation des tranchés
		Tirage de câble
		Connexion des câbles
		Installation des instruments et des boites jonctions et les équipements de commande.
		Isolation les circuits et les équipements électriques.
		Test des circuits et équipements
		Mise en service les installations
		Réparation et maintenance
05	**Travaux démolition et Réutilisation des équipements**	Démolition des pavages et fondation
		Démolition des pipes existantes
		Démolition des équipements existants
		Démolition de charpente
		Evacuation des matériaux a démolis
		Travaux de meulage
		Travaux découpage
		Travaux soudage
		Réinstallation des équipements
06	**Prés test et mise en service**	Transport de matériaux, matérielles et équipements
		Travaux Tie- in
		Manutention; transport et stockage des produits et substance
		Alimentation temporaire d'énergie
		Test partielle des équipements (pression, fonctionnement….)
		Alimentation énergétique
		Réparation et maintenance
		Nettoyage des conduites et canalisations
		Drainage de l'eau, huile ….
		Démarrage partielle de l'installation
		Démarrage totale de l'installation
		Sortir matérielles, matériaux et équipements

Ⅱ.4 DESCRIPTION GENERALE DES INSTALLATIONS

Ⅱ.4.1 Identification d'établissement

On concerne les installations (existantes) du centre de production et de traitement d'huile et de gaz Sonatrach DP du satellite W1C de la région de Hassi Messaoud.

Ⅱ.4.2 Présentation du satellite W1C (Direction régionale de Hassi Messaoud)

Le satellite W1C fait partie du périmètre CIS de la direction régionale de Hassi Messaoud. Il et situé à environ 23 km à l'Ouest de la ville de Hassi Messaoud située à 800 km par route d'Alger.

Les coordonnées géographiques du satellite W1C sont :

- Longitude : 5° 48'36,84'' E
- Latitude : 31° 41' 37,3'' N

Le nombre d'employés Sonatrach sur le satellite W1C est de trois agents jours et nuit.

Ⅱ.4.3 Implantation

Le territoire de l'Algérie est divisé en différents blocs. Ces différents blocs sont explorés ou exploités par la Sonatrach, seule ou en partenariat avec d'autres sociétés pétrolières. Le satellite W1C est situé dans le bloc 427..

Le voisinage du satellite W1C se décrit comme suit :

- au Nord : le camp DSP ;
- au Sud, à l'EST et à l'Ouest : une zone désertique.

Les habitations et établissement les plus proches se trouvent à environ 15 kilomètres du satellite.

Ⅱ.4.4 Historique du champ

Les dates importantes dans le développement du site sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau (2-2): Evolution historique des différentes installations de W1C

Dates clés	Evénement
1975	Mise en service de l'unité.
1992	Réalisation banalisation gaz 14"/24" des unités W1C et E1C.
2001	Installation des puisards eaux huileuses dans le cadre de la politique HSE.
2006	Réalisation d'une nouvelle pomperie anti-incendie par BONATTI.
2008	Dernière révision générale.
2010	Réhabilitation de 02 pompes d'expédition de brut dans le cadre du projet UTBS.
2009/2010	Réalisation d'une gare racleur et d'une ligne enterrée brut 10" W1C/UTBS (longueur : 15920m).
2010/2011	Nouvelles motopompes
2014/2016	concernant le satellite W1C sont : nouveau manifold huile, nouveau séparateur HP et nouvelles pompes d'expédition de brut, installation d'un dégazeur et séparateur CPI, remplacement du bourbier par un nouveau bassin étanche et de la torche horizontale par une torche verticale

Ⅱ.4.5 Aperçu général de l'établissement actuel

Le satellite W1C est implanté à 23 km à l'Ouest de la ville de Hassi Messaoud. C'est un centre de traitement d'huile d'une capacité design de 5000 m3/j et de 3,8.106 Sm3/j pour le gaz. Il a nombreux puits producteurs.

L'unité de séparation et de stockage de brut a pour but de traiter et de stocker le brut après l'avoir séparer du gaz et de l'eau qu'il contenait. Une seule technique de production d'huile, la séparation gravitaire est utilisée. Il gère également l'expédition de brut stabilisé vers CIS et vers l'UTBS.

Ⅱ.4.6 Descriptif du procédé existant du satellite W1C

Le satellite W1C est composé uniquement d'un centre de séparation:

1- Unité de séparation d'huile

La séparation de l'huile, de l'eau et du gaz s'effectue au sein du centre de séparation du satellite W1C.

2- Les utilités

Le gaz instrument provient du gaz généré par l'unité elle-même lors des différentes étapes successives de séparation.

Ⅱ.4.7 Inventaire succinct des unités d'exploitation associées au satellite W1C

L'unité de séparation de brut a pour but de traiter le brut après l'avoir séparé du gaz et de l'eau qu'il contenait. Une seule technique de production d'huile, la séparation gravitaire où une batterie de séparateur est utilisée. Il gère également l'expédition de brut stabilisé et de gaz vers CIS.

Tableau(2-3) : Capacité actuelle du satellite W1C

Unités	Capacité actuelle de production	
Centre de séparation de brut	Huile (m3/j)	Gaz (106 Sm3/j)
	5 000	3.8

Ⅱ.4.8 Classification de l'installation

En application du décret exécutif n°07-144 du 19 Mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, les installations pétrolières de Sonatrach DP W1C sont un établissement classé de 1ère catégorie et sont donc soumis à autorisation ministérielle.

Le satellite W1C est soumis à autorisation ministérielle pour les rubriques suivantes :

Tableau (2-4): Rubriques de l'autorisation ministérielle du satellite W1C

Désignation de l'activité	N° de la rubrique	Type d'autorisation	EDD	Seuil atteint
Fabrication industrielle de liquide inflammable (dont traitement de pétrole et ses dérivés)	1531	AM	✓	**Oui**

Tableau(2-5) : Pipelines d'import et d'export du satellite W1C

Diamètre (pouce)	Origine – Destination	Produit
8	Puits – W1C (au nombre de 16)	Brut
12	W1C – CIS	huile
16	W1C – CIS	huile
20	W1C – CIS	huile
10	W1C – CIS	Brut
24	W1C – CIS	Gaz

Ⅱ.5 Descriptif du projet et des principales modifications futures

Ⅱ.5.1 La nouvelle configuration du satellite :

La rénovation et les modifications au niveau de tous les satellites ont des objectifs communs :

1- augmenter la capacité de production des satellites,
2- rénover des installations datant des années 70 et assurer la conformité légale des installations.

Pour ce faire, le fonctionnement général du champ va être adapté (nouveaux manifolds, révision du design des satellites…). Les modifications générales sont expliquées ici. Les modifications détaillées concernant le satellite W1C sont reprises ci-dessous.

Au niveau du champ, les flux seront dirigés à travers un réseau de pipelines modifiés. Un nouveau réseau Haute Pression est installé et inclus des nouveaux « Headers » sur les sous-manifolds pour recevoir les flux Haute Pression. Des lignes dédiées au transport de ces flux HP vers les satellites vont être installés. La création du nouveau réseau HP est illustrée ci-dessous

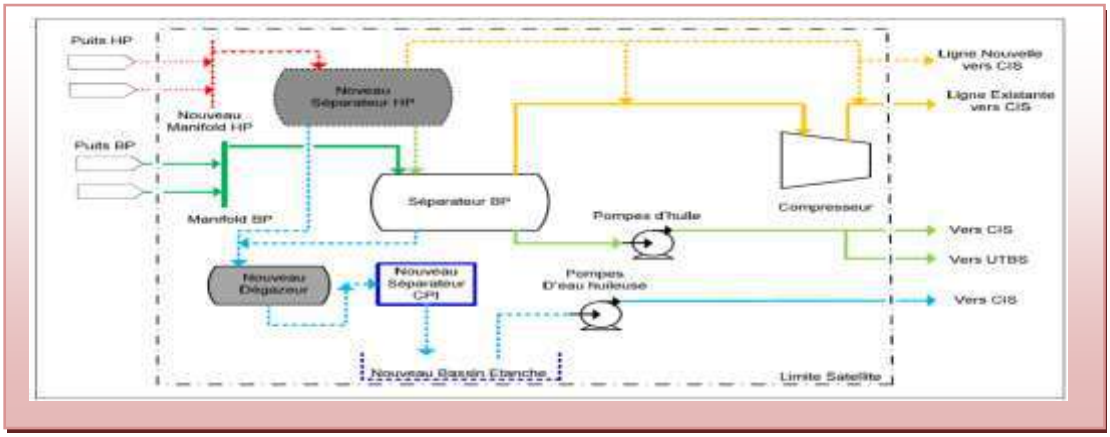


Figure (2-5) Schéma de principes général d'un satellite type après rénovation

Ⅱ.5.2 les modifications apportées par le projet de rénovation du satellite avec

- La nouvelle clôture délimitant le satellite ;
- Les installations existantes conservées ou démantelées ;
- Les nouvelles installations se répartissant sur l'intégralité du site.

Les nouvelles installations du projet de rénovation seront conçues pour supporter les charges maximales en huile, gaz et eau de production prévues sur une durée de 32 ans et indiquées dans le tableau suivant

Tableau(2-6): Capacité maximales futures du satellite W1C

Cas	Condition de conception du système	Phase	Année débit max	Débit max
1	Manifold BP et séparation BP	Gaz	2031	3.71 MMSm3/j
2	Manifold BP et séparation BP	Eau	2022	293 Sm3/j (~ 1800 bbl/jour)
	Manifold BP	Huile	2022	9627 Sm3/j (~ 60500 bbl/jour)
	séparation BP	Huile	2022	10966 Sm3/j (~68900 bbl/jour)
3	Manifold HP et séparation HP	Huile	2020	1565 Sm3/j (~ 9600 bbl/jour)
	Manifold HP et séparation HP	Gaz	2020	1.72 MMSm3/j
	séparation HP et séparation HP	Eau	2020	48 Sm3/j (~ 300 bbl/jour)

Ⅱ-6 Les équipements existants du satellite et la conception des nouvelles installations

- Système de séparation HP: Le nouveau séparateur tri-phasique HP est un ballon horizontal avec chicane qui prendra en charge les bouchons de liquide en provenance des pipelines de collecte HP.
- Pomperie d'huile
- Système d'eau huileuse
- Gaz combustible & gaz instrument
- Système de drainage fermé
- Système de torche
- Système de torche HP
- Système de torche BP
- Système de torche atmosphérique
- Air service
- Injection chimique
- Injection chimique pour Huile et Gaz
- Injection chimique pour Eau de dessalage
- Eau de service
- Système anti incendie: Des travaux de rénovation et d'extension seront apportés sur les systèmes actuels de lutte anti-incendie, l'étendu des travaux comportera :
  - ✓ Installation d'un système d'extinction à poudre pour les moto-compresseurs ;
  - ✓ Installation d'un système d'extinction à poudre pour les pompes d'expédition ;
  - ✓ Installation d'un système d'extinction au CO2 pour les sous stations électriques.

Ⅱ-7 Conclusion

L'identification et la description antérieur de projet ont envisagé les caractéristiques et aide nous a la bon compris les situations quand nous verrons au prochaine chapitre.

CHAPITRE III :

Description de projet (vision HSE)

Ⅲ.1 Introduction

La continuité d'exploitation d'installation existant Lors travaux de rénovation en satellite, on a génère des risques en plus de risque habituelle ; par conséquences ces risques menacent la continuité de fonctionnement de processus et gênent la progression d'exécution les taches de projet et diminuent la performance.

Ⅲ.2 Etude de danger :(EDD)

L'Etude de Dangers des installations du satellite W1C et MFD Export est décomposée en deux parties.

Ⅲ.2.1 PARTIE DESCRIPTIVE

1- Renseignements généraux

A- Identification de l'établissement

L'Etude de Dangers concerne les installations à risques (existantes et nouvelles du projet de rénovation) du centre de production et de traitement d'huile et de gaz Sonatrach DP du satellite W1C de la région de Hassi Messaoud. Le projet de rénovation a pour objectif de moderniser les installations existantes, augmenter la capacité de production et rendre les installations conformes aux lois et règlement en vigueur concernant la sécurité et la protection de l'environnement.

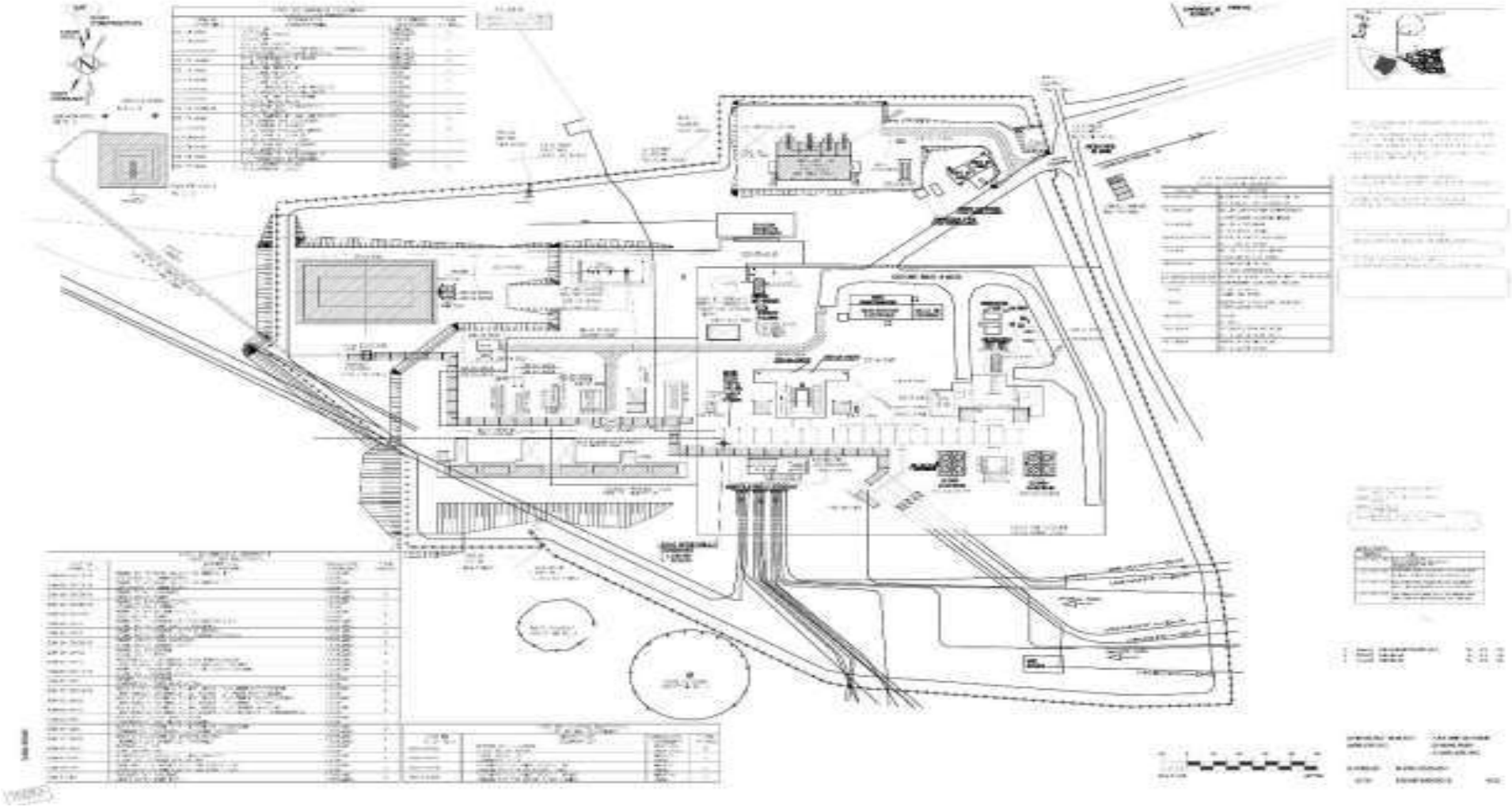
B- Textes législatifs et réglementaires

Le décret exécutif n° 15-09 du 14 janvier 2015, fixant les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures et leur contenu, a pour objet de fixer les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures et leur contenu. Le décret insiste dans les articles 17 à 24 sur les approbations et les retards de l'EDD. L'article 27 spécifie que l'exploitant doit actualiser l'étude de dangers au moins tous les cinq ans. Cette actualisation de l'étude doit également intervenir dans les cas suivants :

- ✓ à la suite d'un accident majeur dans son établissement ;
- ✓ à son initiative ;
- ✓ à la suite d'un contrôle de l'autorité de régulation des hydrocarbures relevant des insuffisances ;
- ✓ lorsque des faits nouveaux le justifient ou pour tenir compte de nouvelle connaissances techniques relatives à la sécurité.

C- Le plan global des installations

Le plan de masse des installations existantes et nouvelles du satellite W1C sont présentés sur la figure ci dessous.



D- Conclusion sur la référence aux accidents/incidents historiques

Tout d'abord, il semble tout à fait pertinent de garder à l'esprit cette accidentologie lors de l'évaluation préliminaire des risques; et tout particulièrement certaines causes qui sont les plus fréquentes.

- ✓ La corrosion de ligne entraînant des fissures.
- ✓ Les travaux de maintenance
- ✓ Les sur remplissages de réservoir ou fuite sur le système de chargement
- ✓ Les travaux sur les équipements
- ✓ les agressions externes
- ✓ Les erreurs humaines (Non-respect des procédures/consignes)
- ✓ Les surpressions/dépressions

Finalement, cette référence aux accidents/incidents historiques nous amène à garder en mémoire les cas suivant pour la suite de l'étude :

- ❖ Fuite limitée ou étendue suite à une défaillance mécanique, une suppression ou lors des travaux.
- ❖ Incendie suite à l'ignition d'une flaque de pétrole ou d'une fuite de gaz causée par une défaillance mécanique ou lors de travaux et de maintenance.
- ❖ Explosion suite à l'ignition d'une flaque de pétrole ou d'une fuite de gaz causée par une défaillance mécanique, une suppression/dépression, des travaux maintenance ou une agression externe

Ⅲ.2.2 Détermination de la liste de scénarios d'accidents majeurs

L'étude de dangers (EDD) du satellite W1C étudie les potentiels accidents majeurs pouvant survenir sur le site pour les équipements existants ou nouveaux liés au projet de rénovation. Un accident est défini comme étant majeur s'il fait intervenir une substance dangereuse et s'il peut engendrer des conséquences d'une gravité minimale de 3 (majeur) suivant la matrice de risque définie.

Ces deux critères (gravité et substance dangereuse) permettent d'extraire à partir des résultats des analyses de risque la liste des équipements provoquant potentiellement un accident majeur (équipements dits dangereux). Cette liste est complétée par confrontation avec la casuistique externe et interne pour s'assurer que les événements connus et mis en évidence par ces outils sont tous intégrés et pris en compte**.**

A- Les scénarios d'accidents majeurs

Tableau(3-1): Définition des scénarios génériques modélisés

Sections	Scénarios génériques	Zone
1	Défaillance au niveau d'un sous manifold ou d'une trunkline	**Flowlines, sous manifolds et trunklines**
2	Défaillance du manifold HP et séparateur HP	**Satellite et export**
3	Défaillance au niveau de la compression gaz ou de la ligne d'expédition de gaz	
4	Défaillance au niveau de la séparation BP ou de la ligne d'expédition d'huile	
5	Défaillance au niveau du manifold MFLD EST Gaz ou d'une ligne associée	**Manifold et lignes vers CIS**
6	Défaillance au niveau du manifold MFLD EST Huile ou d'une ligne associée	
7	Pollution environnementale au niveau du satellite	**Global**

Remarque

L'ensemble des scénarios permet donc d'analyser l'ensemble des installations depuis les flowlines à la sortie des puits jusqu'à l'entrée à l'UTBS et au CIS, incluant le satellite W1C.

B- Matrice de risque

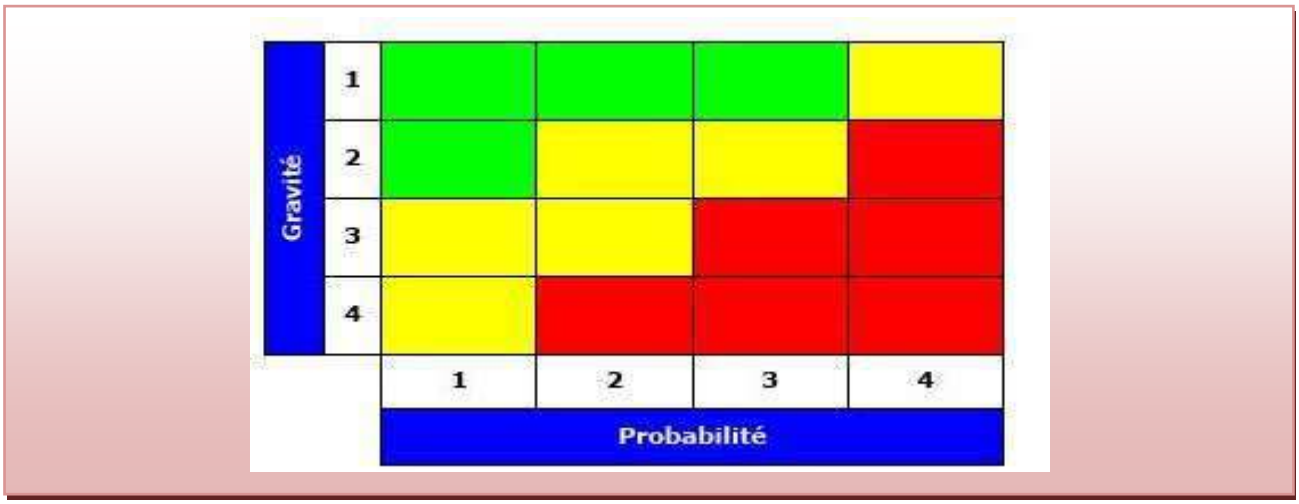
Après l'identification des risques et problèmes potentiels, une évaluation du risque a été réalisée en identifiant la probabilité d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences au niveau de la sécurité des personnes, de l'environnement, et de la perte de biens. La matrice de risque utilisée pour la cotation est la matrice définie par Sonatrach DP. Les classes de gravité et de probabilité sont décrites ci-après.

Tableau(3-2) :Echelle des Occurrences :

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

Tableau(3-3): Echelle des Gravités

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



: Figure(3-1):matrice classification des phénomènes [10]

L'interprétation du niveau de risque est réalisée d'après les définitions suivantes:

Tableau(3-4): Niveaux de risque

Classification de risque	Description
	Acceptable
	ALARP
	Inacceptable

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

Explication

On choisir le 2eme scenario pour notre étude selon les critères suivante :

- l'impact de ses conséquences (satellite et export)
- Démarrage anticipé de MFD HP SEPARATEUR pendant la réalisation de projet
- L'emplacement de séparateur dans le site
- L'importance de HP séparateur au processus
- La variété des paramètres physiques pertinents a HP séparateurs

Ⅲ.3 Scénario 2 : Défaillance du manifold d'entrée HP ou du séparateur HP

Ⅲ.3.1 Equipements étudiés dans le scénario

Les flux de liquide (eau et huile/brut) et de gaz provenant du manifold d'entrée sont envoyés vers un nouveau séparateur tri-phasiques 230-FD-2421 assurant la séparation de l'eau, du gaz et de l'huile.

Ce scénario étudie la défaillance du manifold, la ligne entre ce dernier et le séparateur HP, le séparateur HP ainsi que les lignes aval de cet équipement (ligne huile jusqu'à l'étage de séparation BP, nouvelle ligne gaz jusqu'à la clôture du site).

A- Description de l'équipement: Les caractéristiques du séparateur tri-phasiques sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau (3-5): description séparateur HP inclue dans le scenario [10]

Caractéristiques		**230-FD-2421**
Type d'installation		Ballon sous pression
Substance		Gaz/huile/brut/eau
Volume opératoire (m^3)		77
P service (bar)		33.4
T service (°C)		55
Densité gaz (kg/m3) conditions T&P		31.2
Densité liquide (kg/m3)		681.3
Inventaire section isolable phase gaz (kg)		3117
Inventaire section isolable phase liquide (kg)		29162
Alimentation (Flux 2401)	(Flux 2401)	10
	Longueur (m)	107
Sortie huile **(F1)** (Flux 2406)	Diamètre ligne (inch)	8
	Longueur (m)	132
	Débit (kg/h)	49 649
Sortie gaz **(F3)** (Flux 2404)	Diamètre ligne (inch)	10
	Longueur (m)	453
	Débit (kg/h)	67 119



Figure(3-2) : photo d'un séparateur HP



Figure (3-3) : photo d'un MFD HP

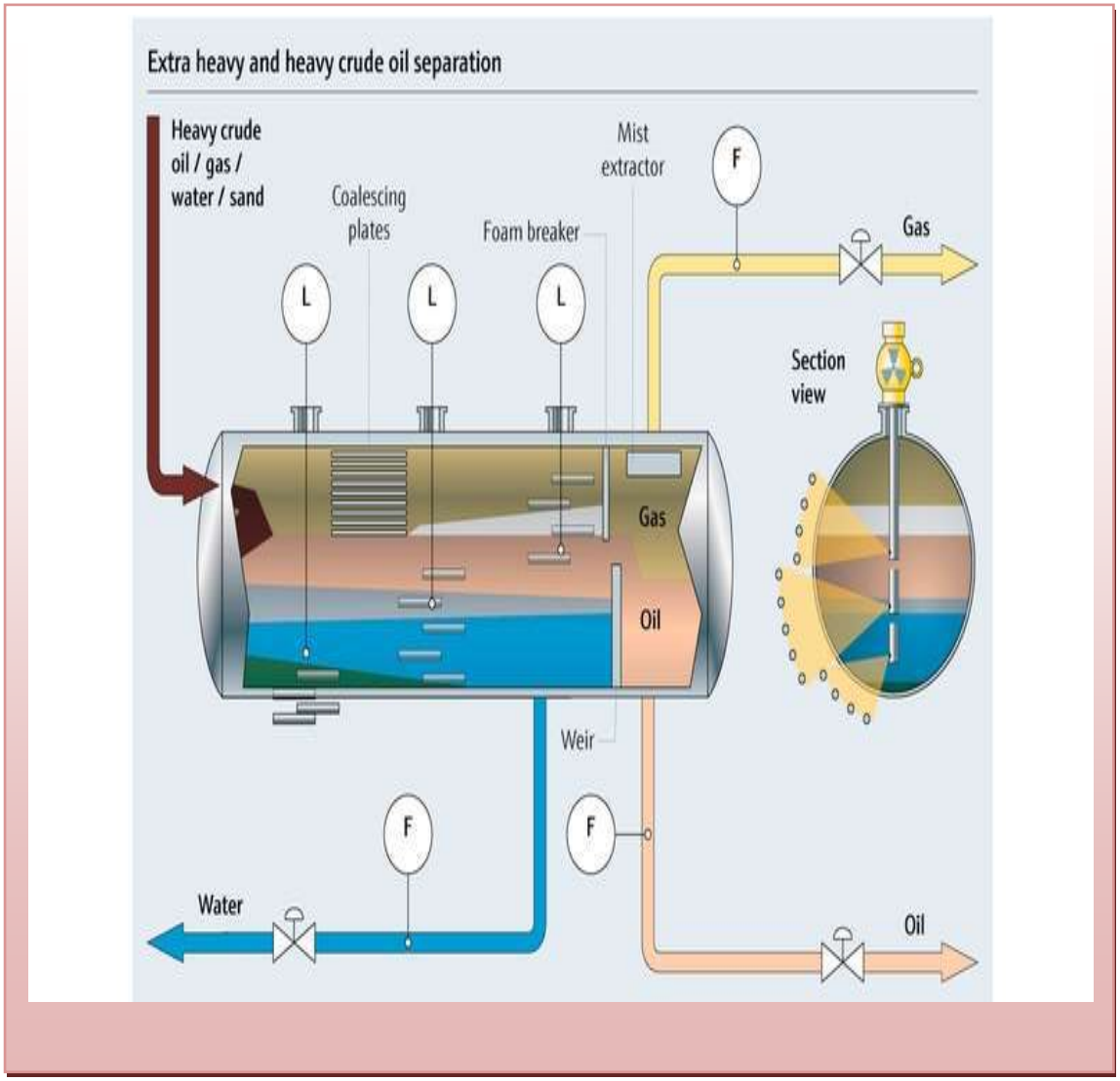


Figure (3-4): schéma exprime le principe de fonctionnement d'un séparateur HP [15]

B- Description des évènements redoutés

L'évènement redouté étudié concerne la défaillance du séparateur provoquant la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures gazeux ou liquide. Les phénomènes dangereux redoutés sont un jet enflammé, une boule de feu et un feu de flaque en cas d'ignition à la source. En cas de dispersion, il y aura formation d'un nuage inflammable qui engendrera une explosion (VCE) ou un feu flash en cas d'ignition retardée.

C- Contrôles, régulation et sécurité en place

. Les systèmes de prévention et de protection principaux, identifiés sur les P&IDs du satellite et dont sont muni le séparateur et les lignes étudiées, sont les suivants :

- ✓ Manifold
- ✓ Soupape de sécurité 330-PSV-001, 330-PSV-002, 330-PSV-003 tarée à 50 barg
- ✓ Séparateur HP (Ref : P&ID D-230-1225-211)
- ✓ Sécurité de pression haute et basse sur le séparateur agissant sur les vannes de sectionnement 230-ESDV-018 (alimentation) et 230-ESDV-019 (sortie gaz)
- ✓ Régulation de pression sur la sortie gaz du séparateur 230-PT-032A/B agissant sur les vannes 230-PV-032A/B (sortie gaz)
- ✓ Soupapes de sécurité 230-PSV-022A/B tarée à 40 barg sur la ligne sortie gaz
- ✓ Sécurité de niveau haut et bas côté huile dans le séparateur 230-LT-036 agissant sur les vannes de sectionnement 230-ESDV-018 (alimentation), 230-SDV-007 (sortie huile) et 230-ESDV-019 (sortie gaz)
- ✓ Régulation de niveau coté huile dans le séparateur avec alarme haute et basse 230-LT-037 agissant sur la vanne 230-LV-037 (sortie huile)
- ✓ Sécurité de niveau bas côté eau huileuse dans le séparateur 230-LT-035 agissant sur la vanne 230-SDV-006 (sortie eau huileuse)
- ✓ Régulation de niveau coté eau huileuse dans le séparateur avec alarme haute et basse 230-LT-034 agissant sur la vanne 230-LV-034 (sortie eau huileuse)
- ✓ Alarme basse sur le débit sortie huile 230-FT-016
- ✓ Gare racleur
- ✓ Soupape de sécurité 230-PSV-021 tarée à 45 bar.

D’autres mesures de prévention/protection sont présentes dans la zone de l’équipement

- ✓ Procédures opératoires
- ✓ Zone ATEX
- ✓ Equipotentialité des équipements
- ✓ Système de détection feu et gaz
- ✓ Moyens mobiles de lutte incendie
- ✓ Permis de travail
- ✓ Caméras de surveillance
- ✓ Présence permanente 24h/24 7j/7
- ✓ L’organisation de la gestion d’urgence à travers le PII

Ⅲ.3.2 Analyse des fréquences de défaillance

A- Analyse des causes: Les principaux modes de défaillance pour les équipements sous pression sont :

- ✓ Fuite externe (incluant la rupture) à travers les parois, les soudures ou les raccords de l'équipement
- ✓ Rupture chaude suite à une surpression liée aux effets d'un feu externe (BLEVE)

Les principales causes de défaillance d'un équipement sous pression sont les défaillances mécaniques (typiquement due à la surcharge opératoire, la fatigue, la défaillance d'un accessoire, un défaut de matériel ou de construction) et la corrosion, néanmoins, la plupart des défaillances ont pour cause des éléments de chaque. Beaucoup de défaillances d'équipements sous pression ou de réacteurs sont dues à des réactions spécifiques avec le fluide contenu.

Les principaux modes de défaillance pour les lignes sont :

- ✓ Fuite externe par les parois ou les soudures des conduites
- ✓ Bouchage dû à une déformation ou un objet à l'intérieur
- ✓ Déformation ou corrosion (sans fuite ni bouchage).

Les principales causes de défaillance d'une ligne sont les défaillances mécaniques (typiquement dues à la combinaison de surcharge et de design inadéquat) et la corrosion.

Notons enfin que les agressions externes, les erreurs humaines et la surpression sont également des causes possibles. Probabilité d'occurrence de l'événement

B- Probabilité d'occurrence de l'événement: Les calculs des fréquences génériques de défaillance sont basés sur des données extraites du Handbook Failure Fréquences 200911. Le Handbook Failure Frequencies se base sur des données historiques d'un certains nombres d'équipement représentatifs. [10]

Tableau(3-6): Le Handbook Failure Fréquences donne les probabilités de défaillance suivantes pour un équipement sous pression : [10]

Installation de procédé et autres		
Type de défaillance	**Diamètre équivalente**	**Fréquence de défaillance [/équipement/an]**
Petite fuite 0.1 < d ≤ 10 mm	déq = 10 mm	1.2 10-4
Fuite moyenne 10 < d ≤ 50 mm	déq = 25 mm	1.1 10-5
Grande fuite 50 < d ≤ D max	déq12 = D L max	1.1 10-5
Rupture		6.4 10-6
Total		1.48 10-4

Tableau (3-7): Le Handbook Failure Frequencies donne les probabilités de défaillance suivantes pour une ligne aérienne : [10]

Canalisations aériennes		
Type de défaillance	**Diamètre équivalente**	**Fréquence de défaillance /an]**
Petite fuite	déq = 0.1 D	2.8 10-7 L/D
Fuite moyenne	déq = 0.15 D	1.2 10-7 L/D
Grande fuite	déq = 0.36 D	5 10-8 L/D
Rupture		2.2 10-8 L/D
Total		4.72 10-7 L/D

Avec L= longueur (m) (au moins 10 m) et D= diamètre intérieur (m) Compte tenu du séparateur recensé et des caractéristiques des lignes recensées (rapport L/D de 2854), on

On obtient les fréquences de défaillance suivantes :

Tableau (3-8): Le Handbook Failure Fréquences donne total des probabilités de défaillance suivantes [10]

Fréquences totales	
Type de défaillance	**Fréquence de défaillance /an]**
Petite fuite	$9.19\ 10^{-4}$
Fuite moyenne	$3.54\ 10^{-4}$
Grande fuite	$2.17\ 10^{-4}$
Rupture	$6.40\ 10^{-6}$
Total	$1.50\ 10^{-3}$

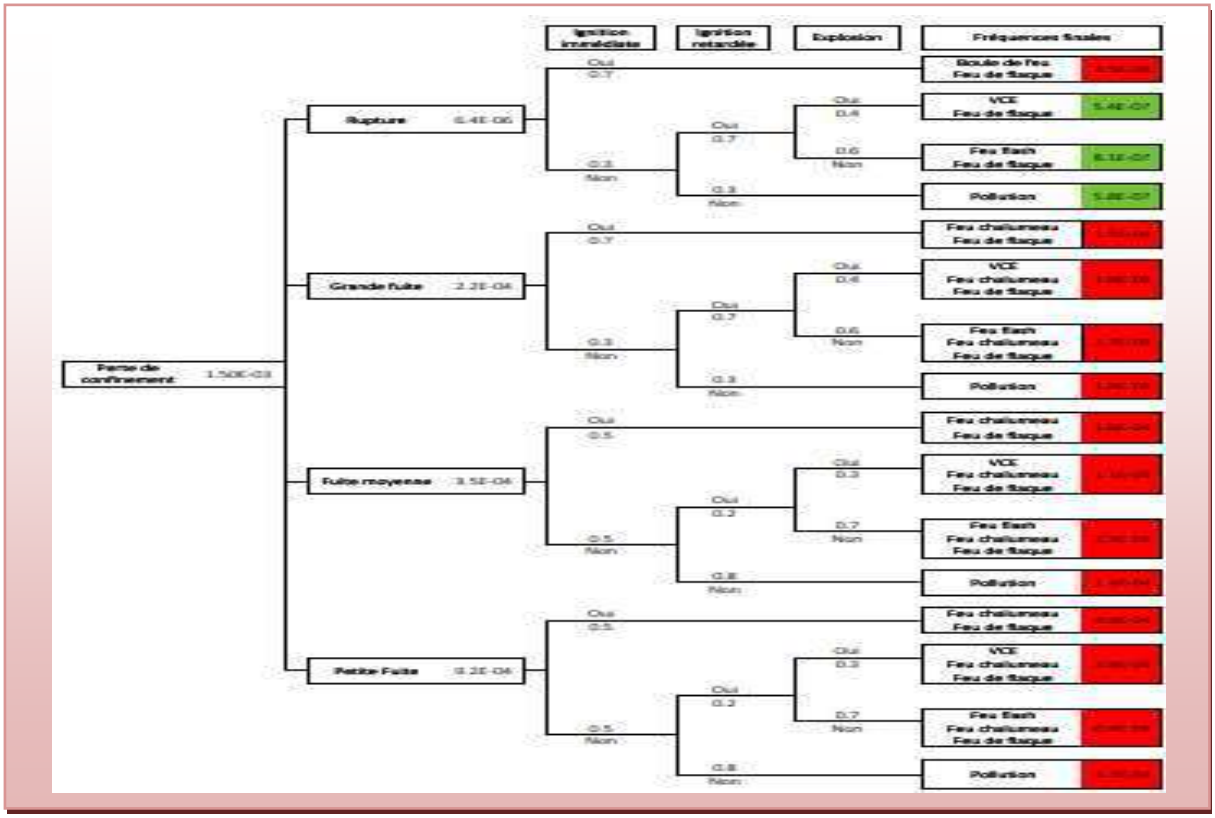
Ⅲ.3.3 Analyse des conséquences des évènements

A- Description des conséquences possibles: Tous les accidents possibles peuvent être classifiés selon les effets physiques qu'ils provoquent. Ils sont répertoriés dans le tableau qui suit**.**

Tableau(3-9): les accidents possibles [10]

Effet physique	Scenario 2
Surpression	
Explosion VCE	✓
Radiation thermique	
Boule de feu	✓
Feu de flaque	✓
Feu de chalumeau	✓
Feu Flash	✓

B- Fréquence d'occurrence des conséquences: L'arbre des conséquences repris ci-après donne les fréquences d'occurrence de chaque conséquence liée à l'événement [10]



Figure(3-5):Arbre de conséquences – Sc 2 – Séparation HP

[10]

En excluant les événements ayant une fréquence d'occurrence trop rare, c'est-à-dire inférieure à 10^{-6} par an, on obtient le tableau de fréquence des événements redoutés suivants.

Tableau (3-10): de fréquence des événements redoutés [10]

N°	Phénomène dangereux	Fréquence (/an)	Selon la matrice SH	Cinétique
2.1	VCE	5,6E-05	P1	Très rapide
2.2	Boule de feu	4,5E-06	P1	Très rapide
2.3	Feu de flaque	9,7E-04	P2	Long mais immédiat
2.4	Feu chalumeau	8,1E-04	P2	Long mais immédiat
2.5	Feu flash	1,2E-04	P2	Très rapide
2.6	Pollution environnementale	5,3E-04	P2	/

Ⅲ.3.4 Les phénomènes dangereux de scenario

En tenant compte des moyens de prévention et de protection en place, on aura pour ce scénario:

Tableau (3-11): classification des phénomènes dangereux de scenario [10]

N°	Phénomène	Probabilité	Gravité	Criticité
2.1	VCE	P1	G3	ALARP
2.2	Boule de feu	P1	G3	ALARP
2.3	Feu de flaque	P2	G3	ALARP
2.4	Feu chalumeau	P2	G3	ALARP
2.5	Feu flash	P2	G2	ALARP

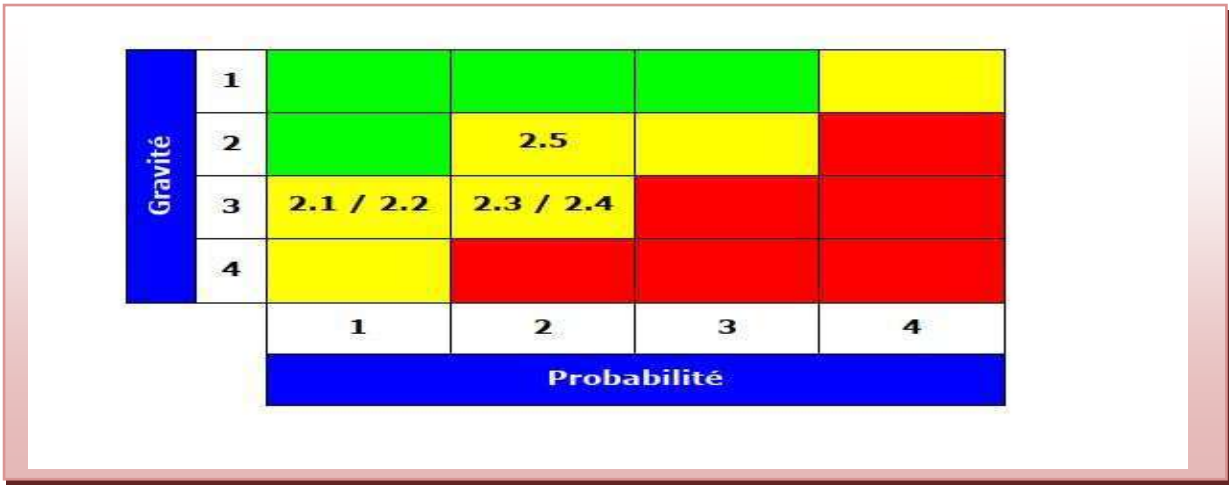


Figure (3-6) : matrice classification des phénomènes [10]

- **Le risque lié au phénomène de VCE** est jugé ALARP. La fréquence d'occurrence d'un VCE est relativement faible (5.6E-05/an). La zone d'effets des dommages irréversibles (50 mbar) n'impacte pas la salle de contrôle. Le seuil de 160 mbar, atteint une partie des équipements procédés du site.
- **Le risque lié au phénomène de boule de feu** est jugé ALARP sur base de la fréquence d'occurrence (4.5 10-6/an) et de l'étendue de la zone d'effets. La zone d'effet de ce phénomène extrêmement rapide s'étend sur une grande partie du site et touche les salles de contrôle. Toutefois, vu la courte durée de ce phénomène, il ne devrait pas impacter de personnes situées à l'intérieur.

- **Le risque lié au phénomène de feu de flaque** est jugé ALARP sur base de la fréquence d'occurrence relativement élevée (9.70 10-4/an) et de l'étendue de la zone d'effet ne touche aucun bâtiment occupé du satellite avec le seuil de 10 kW/m2. Les effets liés à ce phénomène seront toutefois fortement dépendants de l'évolution de la flaque. Ceux-ci devrait être rapidement identifié grâce notamment aux Détecteurs gaz et feu qui équipent la zone des séparateurs ce qui permettra d'intervenir de manière efficace au niveau du site de production à l'aide des moyens de protection mobiles disponibles.
- **Le risque lié au phénomène de feu de chalumeau** est jugé ALARP sur base de sa fréquence d'occurrence relativement élevée de 8.10E-04/an et de la portée des effets. Le seuil d'effet de 10 kW/m2 atteint 84 mètres et ne touche aucune zone normalement peuplée. Les effets liés à ce phénomène seront toutefois rapidement identifié grâce aux détecteurs gaz et feu qui équipent la zone du séparateur ce qui permettra d'intervenir de manière efficace au niveau du site de production à l'aide des moyens de protection mobiles disponibles. Le risque lié au phénomène de feu flash est jugé ACCEPTABLE. La zone de danger d'un feu flash recouvre une partie du site dans ce scénario, mais ce phénomène a une fréquence d'occurrence relativement modérée (1.2 10-4/an). . [10]

Selon les déterminantes suivantes On traite le phénomène de feu de chalumeau :

- ✓ Il est événement plus probable et plus gravité a la base de matrice SH/
- ✓ Ses effets sur Séparateur et MFD
- ✓ Son effet et longue et rapide
- ✓ Seuils de dégâts ont a grand diamanter (aux structures (32 kW/m2) jusqu'à 68 mètres ; aux équipements non protégés (8 kW/m2) atteint 87 mètres

Le tableau(3-12): suivant reprend les distances d'effets thermiques (en m) associées au phénomène de feu de chalumeau. [10]

Radiation (kW/m²)	Distances d'effets en mètres par taille de fuite					
	Petite fuite		Moyenne		Grande	
	Jour été	Nuit hiver	Jour été	Nuit hiver	Jour été	Nuit hiver
2,5	32	32	49	49	113	117
6,4	28	26	41	40	91	90
10	26	24	38	36	84	81

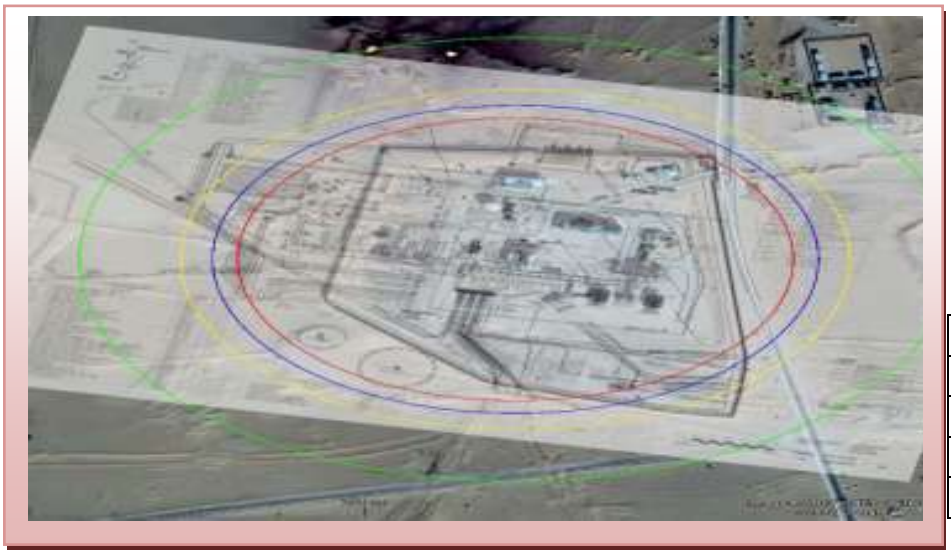


Figure (3-7) : W1C – HP SEPARATEUR – GRANDE FUITE – FEU CHALUMEAU [10]

Les conséquences: Les conséquences les plus importantes provoquées par un feu de chalumeau peuvent atteindre :

- Aucune population externe ni site voisin (6.4 kW/m²)
- Aucun bâtiment occupé du satellite (10 kW/m²)
- L'ensemble du satellite (8 kW/m²) – voir effets dominos

Selon la matrice de risque Sonatrach, en considérant un feu chalumeau dont la gravité peut être pondéré par l'utilisation des moyens d'interventions, la gravité est équivalente à une classe la gravité est équivalente à une classe G3 (Dommage localisé, perte du satellite mais pas de la production de CIS).

Ⅲ.3.5 Impact économique et financier

En cas de défaillance d'un séparateur, les évènements redoutés pour les équipements et infrastructures du site sont un feu chalumeau, un feu de flaque, une boule de feu15 et un VCE. Ces phénomènes peuvent impacter les finances ou l'économie du site. Il n'y a pas d'impact sur les finances ou l'économie international prévu.

L'impact financier et économique potentiel est estimé à la perte de la totalité du satellite et à la perte de production associée sur une durée de 6 mois. [10]

Ⅲ.3.6 Les facteurs passifs susceptibles d'augmenter les conséquences

D'un accident Les facteurs susceptibles d'augmenter les conséquences d'un accident sont relatifs à la population présente dans la zone d'effet de cet accident. On comprend aisément que plus le nombre de personnes présentes dans la zone d'effet de l'accident n'est élevé, plus les conséquences ne seront potentiellement importantes. On distinguera dès lors la population présente sur le site des installations, qui sera principalement composée des employés et sous-traitants, de la population extérieure au site, qui correspondra aux habitants vivant près des installations . [10]

Le scénario est donc redoutable et redouté, avec un niveau de risque ALARP.

La classification actuelle du scénario (ALARP) signifie que la sécurité du site doit être améliorée si cela est possible à des coûts raisonnables sans altérer la viabilité du site. Des mesures additionnelles sont ici proposées (en complément des propositions des analyses (Hazop) sans qu'elles jugées absolument nécessaires pour justifier l'acceptabilité du risque :

- ✓ Etudier la pertinence (via une évaluation économique et une analyse ALARP détaillée) de construire la salle de contrôle, la base vie pour qu'ils soient fireproof et blastproof ou les éloigner des zones à risque définies dans l'étude.
- ✓ Etudier la pertinence d'équiper certaines zones critiques du site en détecteurs de gaz et d'incendie pour détecter rapidement toute fuite éventuelle et de coupler certains de ces détecteurs avec des moyens d'interventions automatiques (type déluge, ESD, …) en cas d'alarme. Il est également important d'assurer un système efficace de maintenance et d'inspection des détecteurs de gaz et d'incendie.
- ✓ Etudier la possibilité d'installer des rétentions autour des équipements processus afin de pouvoir contenir un épanchement de liquide et limiter la taille de la flaque. . [10]

Au vu du caractère conservateur de la matrice de risque Sonatrach et moyennant la mise en place de ces recommandations (suggestion), le scénario est jugé ACCEPTABLE

Ⅲ.4 L'apport d'analyse par HAZOP

A- Preambule: L'entrepreneur <<JGC>> a en charge les études de design de ces nouvelles installations. Dans le cadre de ces études JGC a demandé la tenue d'une revue HAZOP au niveau des satellites.

B- Objectif: L'objectif principal de cette analyse est l'identification des scénarios d'accidents majeurs. Cette identification découle de l'identification des risques. Un second objectif est la formulation de recommandations permettant de garantir un niveau de risques acceptables. La sélection des scénarios d'accidents majeurs et les recommandations portent uniquement sur les équipements et les installations faisant intervenir des substances dangereuses [14]

Au stade de l'HAZOP, pendant la phase EPC, la prise en compte des différentes barrières de sécurités identifiées a été qualitative. Ainsi, par retour d'expérience sur des installations similaires et lorsque celles-ci ont été jugées suffisamment fiables, une décote du risque a été réalisée.

C- **Systèmes et sous systèmes étudiés:** (par HAZOP) Les installations identifiées comme dangereuses sont étudiés pendant les sessions HAZOP et sont présentés sous formes de nœuds

Tableau (3-13): les système étudies par HAZOP

Node	Design Conditions/Paramètres
3-Sous-manifold - Transversale HP	Depuis: vannes manuelles entrée sous-manifold (vannes inclues). Jusqu'à: vanne entrée manifold principal (vanne exclue). Composition: huile, gaz, eau et additifs chimiques Pression opératoire HP: 35 barg à 70 barg Pression de design du manifold: 92 barg
56. Satellite W1C - Manifold - Transversale HP	Depuis: vannes manuelles entrée manifold (vannes inclues), clapets anti-retour des lignes arrivant en amont de l'ESDV entrée de séparation BP (clapets inclus). Jusqu'à: ESDV entrée séparation BP (vanne exclue) et XV by-pass vers export (vanne exclue). Composition: huile, gaz, eau et additifs chimiques Pression opératoire BP: 10 barg à 35 barg Pression de design du manifold: 92 barg (uniquement le manifold)
60. Satellite W1C - Séparateur HP	Depuis: 230-ESDV-018 en entrée séparateur HP (vanne inclue). Ligne d'entrée du manifold vers BP. Jusqu'à: 230-ESDV-019 vers export gaz au scrubber manifold, vanne d'écrêtage 230-PV-032A vers torche HP, PSVs et 230-BDV-007 du séparateur, 230-ESDV-001 et 230- ESDV-004 vers séparateurs BPs, 230-XV-001 vers by-pass, vanne automatique 230-LV-034 vers dégazeur (vannes inclues). En fonctionnement HP: Limite noeud = vannes manuelles LC vers pompes des séparateurs BP En fonctionnement BP: Vannes manuelles LC ouvertes vers pompes. Pompes export inclues dans noeud. Ligne by pass pompes BP et minimum flow inclues. Composition: huile, gaz, eau et additifs chimiques Pression opératoire HP: 32 barg Pression opératoire BP: 10 barg avec pompes d'expédition actives - 15 à 18 barg en by-passant les pompes. Pression de design du séparateur: 40 barg

Exemples : HAZOP W1C [14]

Node: 3. Sous-manifold - Transversale HP / Déviation: 1. Haute pression

Cause	Conséquence	CatR	Risque potentiel			Mesure de prévention	Mesure de protection	CatR	Risque résiduel			Commentaire	Recommandations	Comment	Responsabilité
			G	P	R				G	P	R				
1.Fermeture de la vanne entrée vers le manifold principal (entrée satellite)	1. Montée en pression de la transversale HP jusqu'à la pression des puits. Risque d'éclatement de la ligne	s	4	3	12	1. Procédure opératoire	1. SDV au niveau de chacun des puits.	s	4	1	5		8. Revoir l'ordre des transversales dans le manifold et sous-manifold sur les PIDs et lors de la construction pour respecter l'ordre suivant: HP, BP, Test et Drainage. Note: Recommendation générale (non liée directement à une hausse de pression)		JGC
		e	4	3	12		2. PSV au niveau de chacun des puits.	e	3	1	4				
		p	3	3	9		3. Soupape de la transversale HP du sous-manifold dimensionnée pour le flux du puits le plus productif.	p	3	1	4		9. Basé sur une étude Flow Assurance, assurer que la séquence de réaction des systèmes de sécurité en cas de fermeture de la vanne d'entrée du manifold principal (entrée satellite) est le suivant: - Fermeture de la SDV de chacune des têtes de puits. - Ouverture des PSV des puits. - Ouverture de la PSV de la transversale du sous-manifold (dimensionnée par rapport au puits le plus productif).		

Cause	Conséquence	CatR	Risque potentiel			Mesure de prévention	Mesure de protection	CatR	Risque résiduel			Commentaire	Recommandations	Comment	Responsabilité
			G	P	R				G	P	R				
2.Fermeture accidentelle d'une vanne de sectionnement de la transversale HP (vannes manuelles positionnées sur la transversale elle-même)	1. Côté isolé de l'export (avec PSV dans le cas étudié): Montée en pression d'une partie de la transversale HP jusqu'à la pression des puits. Risque d'éclatement de la ligne. Valide pour le sous-manifold étudié.	s	4	3	12	1. Procédure opératoire	1. SDV au niveau de chacun des puits.						36. Vérifier que la configuration est identique pour tous les sous-manifold. C'est-à-dire qu'en cas de plusieurs tronçons sur une transversale, la PSV et l'export ne sont pas sur le même tronçon. Sinon, envisager des protections supplémentaires ou changer la configuration.		JGC
		e	4	3	12		2. PSV au niveau de chacun des puits								
		p	3	3	9		3. Soupape de la transversale HP du sous-manifold dimensionnée pour le flux du puits le plus productif.								
	2. Côté export (sans PSV dans le cas étudié): Sans conséquence. Continue à exporter. Valide pour le sous-manifold étudié.														

Figure (3-8) : Exemple HAZOP W1C

Remarque : la suite de tableau HAZOP qui supporte les donnés de scenario 2 est dans les annexes

Ⅲ.5 La gestion de sécurité :(projet de rénovation)

Ⅲ.5.1 Préambule

L'exécution de travaux et activités de projet a menace le processus au l'unité ; et génèrent des risques a variété importances. Pour cela on des exigences et procédures on a lustrent en ce partie.

Ⅲ.5.2 Les risques potentiels dus par les travaux de projet

Le tableau suivant exprime les risques dues par les travaux de rénovation ;

Tableau (3-13): les risques liées aux travaux rénovations

Item	Activité	Risque potentiel
01	**Travaux Génie civile**	1-Endommage les conduites et les réseaux en dessous ou dessus. 2- Déplacement des équipements autour des installations en marche 3-diversement de béton ou terre 4-Diversement des eaux usées autour des équipements (Electrique) 5-vibration 6-Incendie à cause des matériaux de coffrage ou déchets de maçonnerie 7-Chute d'objets sur les installations 8-Suspendre les accès a cause des excavations et affecte la déplacement en cas intervention 9-malveillance 10-coupure les câbles d'alimentation électrique
02	**Travaux mécanique et charpente métallique**	1-Endommage les conduites et les réseaux en dessous ou dessus. 2-Blocage d'accès 3- Chute d'objets sur les installations 4- Diversement des eaux des huiles 5- Incendies 6- le Personne n'est pas consciente de la portée du travail et dangers 7- Mal contacte avec un line électrique 8- Volatilité des matériaux 9- Déplacement des engins autour des installations en marche 10 - malveillance

Item	Activité	Risque potentiel
0 3	**Travaux soudure pipe et pipe line**	1- Déplacement des engins autour des installations en Service 2-Endommager les éléments d'installation 3-les incendies 4-Explosion 5-Emissions des gazeuse 6- chute d'objet sur l'installation (Cylindre de gaz, pipe, spool…) 7-Générer les étincelles 8- Blocage d'accès 9- Diversement de gasoil 10- Travailleur non compétente
04	**Travaux d'électricité et instrumentation**	1- les incendies 2- Choc électrique 3-Mélange des câbles (Alimenté /Non alimenté) 4- électricité statique après les tests d'instruments et équipements 5- chute d'objet sur l'installation (équipement électriques, Touré de câbles 6- Déplacement des engins autour des installations en Service 7-Défaillance d'un instrument 8-Coupure de câbles mise a la terre 9-l'ouverture d'un boite jonction ou mal isolation des câbles surtout au cas alimenté 10- le Personne n'est pas consciente de la portée du travail et dangers

Item	Activité	Risque potentiel
05	Travaux démolition et Réutilisation des équipements	- Les explosions et les incendies 2- Electrocution ou court circuit 3- Diversement de produits dangereux ou nuisibles (Toxiques ou inflammable…..) 4- Câbles découvert ou/et boites électriques ouverte 5-l'intervention afin de maintenance avant confirmation l'isolation 6- chute d'objet sur l'installation 7- Diversement des eaux houilleuse 8- L'accumulation des déchets et blocage d'accès 9-Découverte des regards et caniveau 10- L'ignorance des nouveaux risques d'installation après la mise en marche
06	Prés test et mise en service	1- Les explosions et les incendies 2- Electrocution ou court circuit 3- Diversement de produits dangereux ou nuisibles (Toxiques ou inflammable…..) 4- Les mouvements des équipements aux éléments rotatifs 5-Câbles découvert ou/et boites électriques ouverte 6- l'intervention afin de maintenance avant confirmation l'isolation 7- Diversement des eaux houilleuse 8- L'accumulation des déchets 9-Découverte des regards et caniveau 10- L'ignorance des nouveaux risques d'installation après la mise en marche

Ⅲ.5.3 Plan de gestion de risque

Le fait de la gestion des risques pertinent au projet est à la fin bidirectionnel :

1- Pour la sécurité des travaux de projet et exécute les taches avec bon performance et en tout sécurité
2- Pour protéger le processus ou les sections démarrent anticipé et assurer la production lors durée de réalisation de projet.

Pour cela le MO a exige des mesures de gestion des risque dans un partie de contrat avec l'entrepreneur. Ces exigences ont modalisé sur des procédures spécifiques à toutes les phases de projet et mettre en lumières les situations dangereuses pertinentes.

Ces procédures ont répartie a :

- ✓ Plan d'exécution HSE pour la construction
- ✓ Plan de gestion des déchets
- ✓ Plan d'intervention d'urgence
- ✓ Procédure de permis de Travail (Annexe ..)
- ✓ Procédure de notification d'incident, d'enquête et de reporting
- ✓ Procédure d'évaluation du risque (Annexe ..)
- ✓ Procédure d'audit HSE (Annexe ..)
- ✓ Plan de prévention anti-incendie
- ✓ Procédure d'inspection HSE (Annexe ..)
- ✓ Procédure de contrôle des substances dangereuses pour la santé (COSHH)
- ✓ Procédure pour la sécurité électrique (Annexe ..)
- ✓ Procédure de contrôle des engins de construction (Annexe ..)
- ✓ Plan de gestion environnemental (Annexe ..)

Les procédures précédentes ont traduisent ou des actions de prévention & protection: on les cite au tableau suivante :

Tableau (3-14): Les actions de prévention & protection

	Mesures préventifs	Mesures protectives
01	Isolation des lignes et circuits	Balisage des excavations et des endroits critiques
02	Détection et sondage manuelle	Aération et diversement de pipe
03	Fourniture des accès libre	Faire des Travaux manuellement
04	Audit et inspection	Nettoyage des équipements et réservoir
05	Habilitation est autorisation d'entrée des engins et personnels	Protection de pipes
06	Portiques et gardes	Les cuvettes de rétention
07	Fourniture Documentation et plans	Assurer Les équipements de l'extinction
08	Sortie et visite au site pour identification les points critiques	Couverture des équipements en état marche
09	Test gaz avant commence les travaux	Assurer la liberté d accès
10	Mesures de soudure au plâtre	Couverture la zone de soudage ou meulage
11	Inertie des lignes avec azote	Mise de terre pour les équipements électrique
12	Mobilisation des personnes compétentes	Fourniture éclairage suffisante lors travaux de nuit
13	Guide des engins	Mobilise un agent d'intervention
14	Désignation des endroits de décharge	Nettoyage périodique de site
15	La supervision (construction + HSE)	exercice simulation
16	Divise les sites par importance des risque (VERT / ROUGE/BOITE ROUGE)	System d'alarme
17	Les signalisations	Plan d'évacuation
18	Planning de Projet et successivement des travaux (Antérieurs / postérieurs)	Système control CCTV
19	Programme de formation et sensibilisation	Désigner les endroits de stockage
20	Procédure d'autorisation de travail	Kit de diversement

Ⅲ.6 Conclusion

A la fin de ce chapitre nous avons une synthèse importante au projet**.** Aussi plus des informations sur l'unité W1C que nous prenons comme échenillant d'étude. Grace de cette fonde nous devons être compléter le but de notre étude et apporter à une solution pratique a la problématique abordé dans notre étu

CHAPITRE : 4

Analyse scenario par l'arbre de défaillance

(Optimisation ; Modélisation et recommandation)

IV-1 Explication

On a choisir faire l'analyse par ADD afin de :

1- L'analyse des risque plutôt d'une manière déductif à faire une évaluation.
2- L'emploi des recommandations et combine l études et l'analyse disponible de notre projet (HAZOP+EDD)
3- Mettre en lumiere
4- comme la collection des scénarios conduisant à l'événement Redouté
5- On peut estimer (Quantitative /qualitatif) et évaluer les risques en considérant les barries techniques
6- Envisager tous les causes possibles d'événement :(cas de notre projet : possibilité de mettre en lumière les causes de risques dues par les travaux de rénovation)
7- Simplifier le type d'analyse des risques afin de faciliter celle-ci pour les travailleurs en dehors de domaine HSE

IV-2 Déroulement :

Identification de système étudié :

Les flux de liquide (eau et huile/brut) et de gaz provenant du manifold d'entrée sont envoyés vers un nouveau séparateur tri-phasiques 230-FD-2421 assurant la séparation de

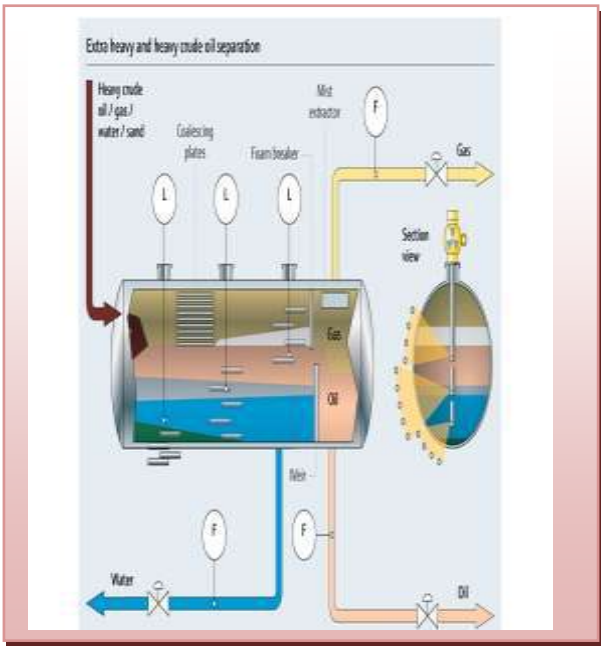


Figure (4-1): schéma exprime le principe de fonctionnement d'un séparateur HP [15]

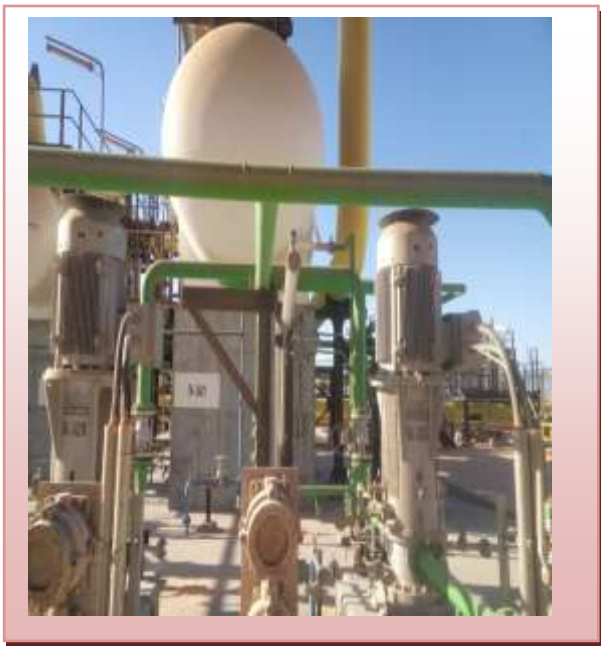


Figure (4-2) : Photo de SEPARATEUR HP

24 21 source :propre Camera

- Les caractéristiques du séparateur tri-phasiques sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau (4-1): description séparateur HP inclue dans le scenario [10]

Caractéristiques		**230-FD-2421**
Type d'installation		Ballon sous pression
Substance		Gaz/huile/brut/eau
Volume opératoire (m³)		77
P service (bar)		33.4
T service (°C)		55
Densité gaz (kg/m3) conditions T&P		31.2
Densité liquide (kg/m3)		681.3
Inventaire section isolable phase gaz (kg)		3117
Inventaire section isolable phase liquide (kg)		29162
Alimentation (Flux 2401)	(Flux 2401)	10
	Longueur (m)	107
Sortie huile **(F1)** (Flux 2406)	Diamètre ligne (inch)	8
	Longueur (m)	132
	Débit (kg/h)	49 649
Sortie gaz **(F3)** (Flux 2404)	Diamètre ligne (inch)	10
	Longueur (m)	453
	Débit (kg/h)	67 119

IV-3 Description des évènements redoutés

L'évènement redouté étudié concerne la défaillance du séparateur provoquant la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures gazeux ou liquide. Le phénomène danger redouté et un jet enflammé, en cas d'ignition à la source.se forme de feu de chalumeau

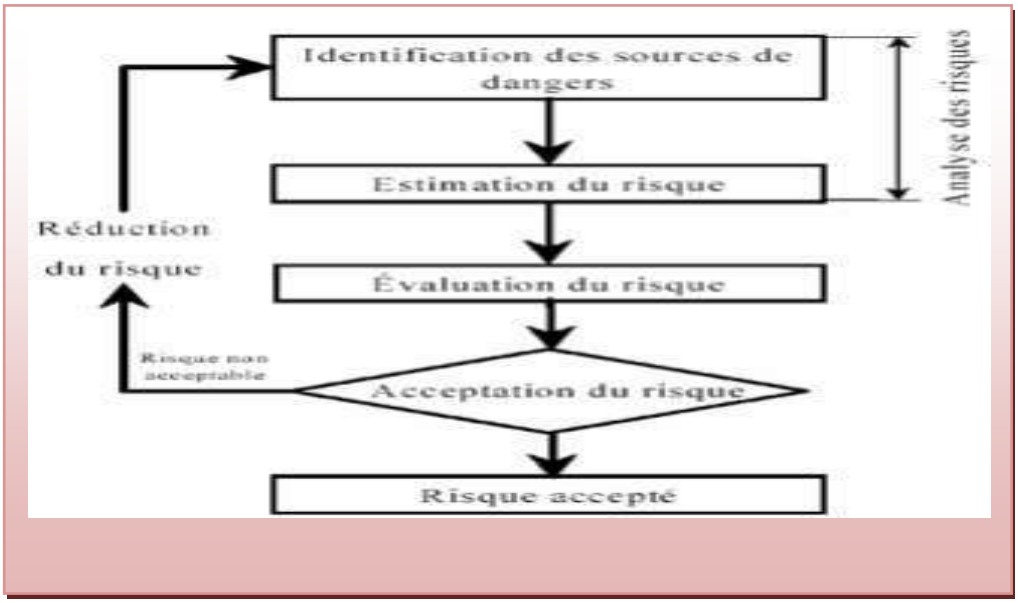


Figure (4-3) : Schéma de principe du processus d'évaluation et d'acceptation du risque (SH) [10]

IV-4 Analyse des causes

Les principaux modes de défaillance pour les équipements sous pression sont :

Tableau(4-2): « Handbook Failure » Fréquences probabilités de défaillance pour un équipement sous pression : [10]

Installation de procédé et autres		
Type de défaillance	**Diamètre équivalente**	**Fréquence de défaillance [/équipement/an]**
Grande fuite 50 < d ≤ D max	déq12 = D L max	1.1 10-5
Rupture		6.4 10-6

- Apport d'analyse Hazop pour l'événement redouté quand on a choisit :

Tableau(4-3) :les cause pertinent (HAZOP) [15]

N	Mots CLES	Paramètres	Cause	Conséquences	Risque potentiel	
					G	P
1	Haute	pression	Défaillance de la boucle de régulation gaz. Vannes PV de régulation sur gaz fermées (vannes 230-PV-32B).	montée en pression à la pression maximales de la transverse HP des manifolds (50 barg pour les PSVs manifold). Risque de perte de confinement. Perte de production.	4	3
2	Changement	composition	défaillance injection inhibiteur de corrosion	risque de corrosion pouvant mener à terme à une perte de confinement	3	3

PSVs : pipe sortie vers …. P3= 10^{-2} à 10^{-1}/an (Probable)

Tableau (4-4) : Echelle de Gravité

Gravité	Personnel	Environnement	Public	Production/biens
G 3	Incapacité permanente de personne ou 1 décès	Pollution interne non maîtrisée ou pollution hors limite maîtrisée	Blessures significatives	Dommage localisé et arrêt partiel d'unité
G4	Plusieurs décès	Pollution hors limites	Décès	Dommage important et

		de longue durée		arrêt total de la production

IV-4-1 Estimation d'événement

Tableau (4-5) ;fréquence des événements redoutés (selon matrice SH) [10]

N°	Phénomène dangereux	Fréquence (/an)	Selon la matrice SH	Cinétique
2.4	Feu chalumeau	8,1E-04	P2	Long mais immédiat

a- Gravité :

Les conséquences Les conséquences les plus importantes provoquées par un feu de chalumeau peuvent atteindre :

- Aucune population externe ni site voisin (6.4 kW/m²)
- Aucun bâtiment occupé du satellite (10 kW/m²)
- L'ensemble du satellite (8 kW/m²) – voir effets dominos

Les effets liés au feu chalumeau dépendront fortement de la direction du chalumeau. Dans ce scénario,

- les effets de radiations thermiques maximum atteignent le seuil de dégâts aux structures (32 kW/m2) jusqu'à 68 mètres,
- le seuil d'effets de dégâts aux équipements non protégés (8 kW/m2) atteint 87 mètres.
- Les équipements les plus exposés sont évidemment ceux situés dans la direction de la fuite.

Selon la matrice de risque (SH), en considérant un feu chalumeau dont la gravité peut être pondéré par l'utilisation des moyens d'interventions, la gravité est équivalente à une classe la gravité est équivalente à une classe G3 (Dommage localisé, perte du satellite mais pas de la production de CIS). [10]

IV-5 Evaluation d'événement redouté (ER) : En tenant compte des moyens de prévention et de protection en place, on aura pour ce phénomène :

Tableau(4-6) :Evaluation de phénomène danger de scenario (selon matrice SH) [10]

N°	Phénomène	Probabilité	Gravité	Criticité
2.4	Feu chalumeau	P2	G3	ALARP

P2= 10^{-4} à 10^{-2}/an G3=(Tableau 4-4) précédent

***Risque ALARP :** Le principe ALARP **(**As Low As Reasonably Practicable, aussi bas que raisonnablement possible) appliqué au Royaume-Uni **(figure 1.7)** intègre une zone pour un risque inacceptable, une zone d'acceptation de risque et une zone ALARP dans laquelle les objectifs globaux de sécurité sont fixés. Si le risque analysé se trouve dans cette zone, les moyens mis en œuvre pour atteindre le niveau de sécurité désiré doivent être évalués ainsi que la réduction du risque qu'ils apportent. [16]

IV-6 Démonstration :

Le risque lié au phénomène de feu de chalumeau est jugé ALARP sur base de sa fréquence d'occurrence relativement élevée de 8.10E-04/an et de la portée des effets. Le seuil d'effet de 10 kW/m2 atteint 84 mètres et ne touche aucune zone normalement peuplée. Les effets liés à ce phénomène seront toutefois rapidement identifié grâce aux détecteurs gaz et feu qui équipent la zone du séparateur ce qui permettra d'intervenir de manière efficace au niveau du site de production à l'aide des moyens de protection mobiles disponibles. [10]



*Les cercles de conséquence les plus conservatifs sont illustrés ci-après

2,5 kW.m2	
6,4 kW.m2	
8,0 kW.m2	
10,0 kW.m2	
32,0 kW.m2	

Figure (4-4) : Distances d'effets de feu chalumeau grande fuite –W1C – HP séparateur [10]

La classification actuelle (ALARP) signifie que la sécurité du site doit être améliorée si cela est possible à des coûts raisonnables sans altérer la viabilité du site ;au cette raison on s'agit construit l'arbre de défaillance.



Figure (4-5) : Triangle de feu

IV-7 Elaboration l'arbre des defaillance:

1. **Evénement redoute** : forme de feu de chalumeau au séparateur

Principe : quand apparait un feu doit être présence den (Combustible + comburant (O_2) + source d'énergie « étincelle» (Triangle de feu)

Car :

- Le comburant est l'oxygène toujours disponible dans l'espace (certitude)
- Le combustible est le gaz naturelle traite dan la séparateur HP (le gaz confine dans le cas normal /le cas anormal en cas fuite de gaz)
- L'énergie est le catalyseur qui entraine le feu mais en cas se génère par une source.

Pour construire ADD doit être faire rechercher les causes conduisent l'événement redouté (feu de chalumeau)

2. Les causes intermédiaires sont :

- Accumulation de grande quantité de gaz naturelle
- Ignition

On détermine les autres événements intermédiaires jusqu'' atteindre les causes de base en considérant les critères pertinent. Et leurs successivités aboutir l'occurrence d'événement redouté <<feu chalumeau>>. ce dépende de :

- (EDD
- HAZOP
- Risques potentiels des travaux de projet
- Retour d'expérience de notre projet et des autres
- des références ont apporte

Alor on peut citer :

pour Accumulation de grande quantité de gaz naturelle

Les autres causes intermédiaires :

1- perte confinement
2- rupture pipe
3- éclatement
4- chute d'objet
5- manipulation dangereuse
6- coupure des élingues

Les causes de bases :

1- détection en panne
2- fuite d'une vanne
3- surcharge opératoire
4- panne ESDV
5- manque d'expérience
6- négligence
7- non-conformité
8- surcharge de poids

pour Ignition

Les autres causes intermédiaires :

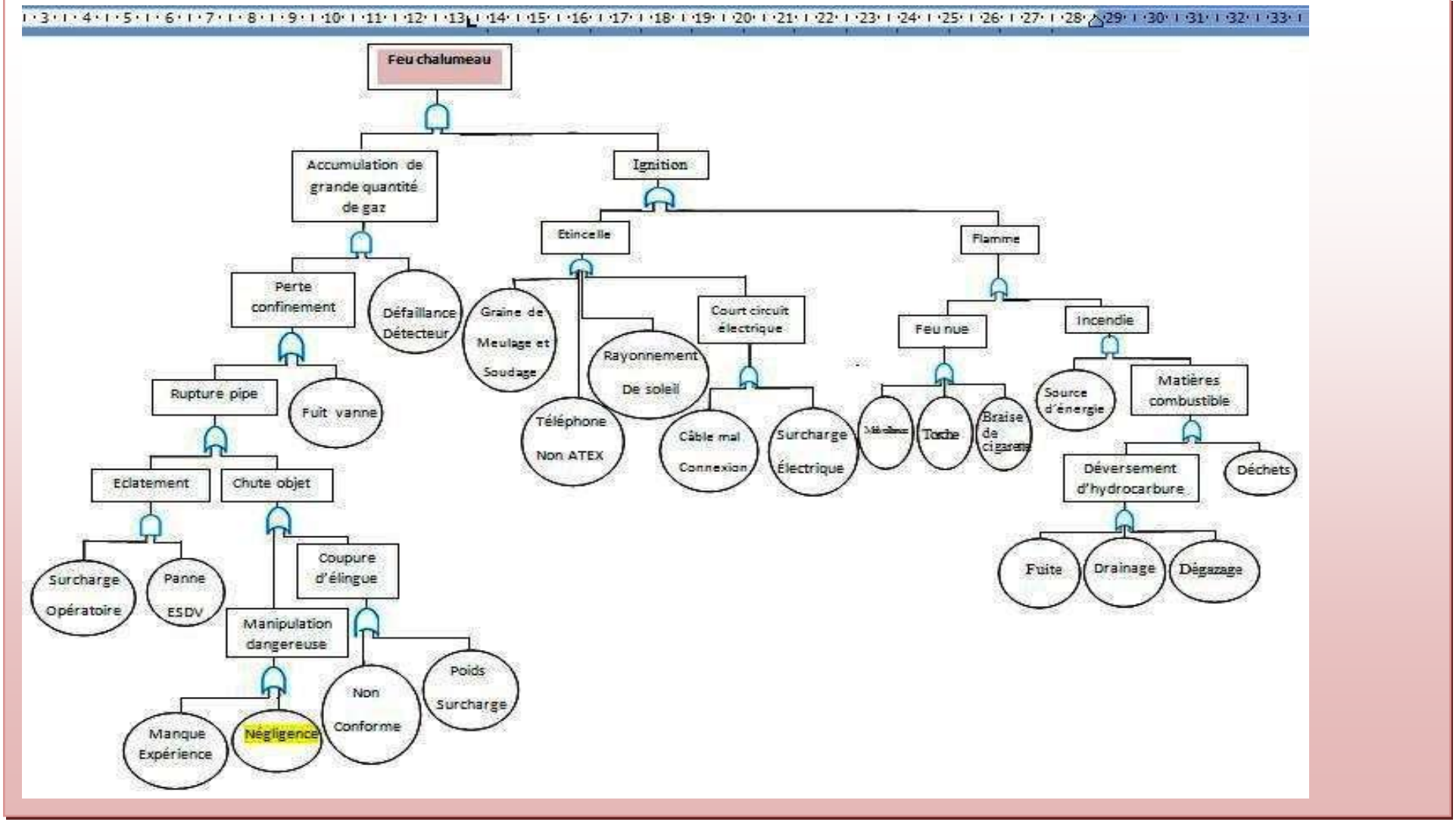
1- Etincelle
2- Flamme
3- Court circuit électrique
4- Feu nue
5- Incendie
6- Matières
7- Déversement d'hydrocarbure

Les causes de bases :

1- Grains de meulage et soudage
2- Téléphone non ATEX
3- Rayonnement de soleil
4- Câble a male connections
5- Surcharge électrique
6- Malveillance
7- Torche
8- Braise de cigarette
9- Source d'énergie
10- Déchets
11- Fuite
12- Drainage
13- dégazage

IV-8 Elaboration l'arbre des défaillance

A/. Construction de l'arbre de défaillance Pour l'événement redouté <<FEU de TORCHE) on a l'arbre que représentes dans Figure (4-6)



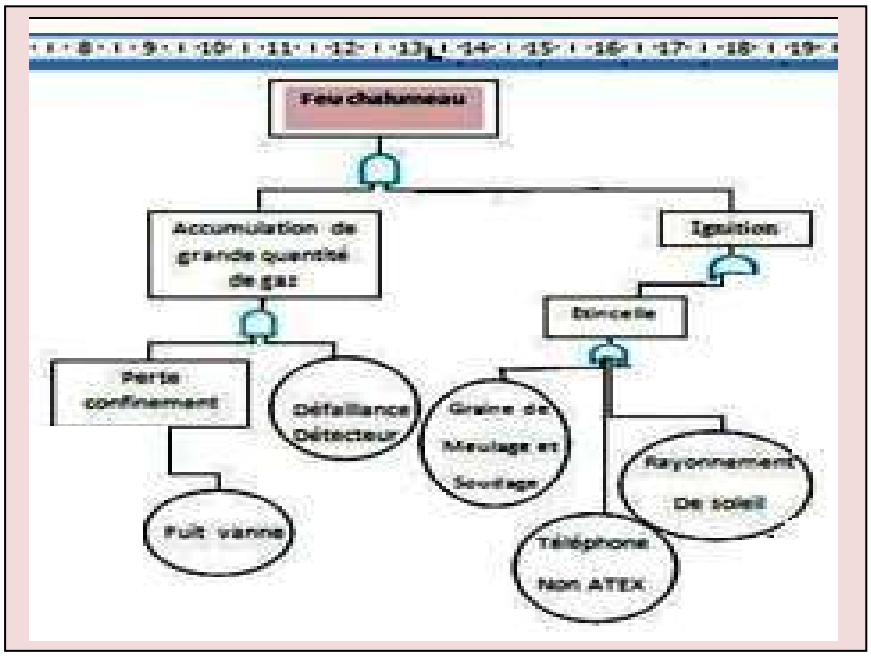
Figure(4-6) :Arbre de défaillance de événement <<feu torche>>

IV-9 Analyse des résultats :

On constate après la construire ADD que :

1- La possibilité de survenu d'événement redouté en considérants l'association de deux cause intermédiaires (porte logique **ET**)
2- Les successivités des causes d'événement intermédiaire ignition est plus que les causes d'Accumulation de gaz
3- Les causes extterne dues par des autres équipements ou autre activités sont plus que les causes internes de séparateur
4- A partir de arbre des cause et notre constates au site on marque que quelque causes de base et fréquente (Telephone non ATEX, dégazages, graines de meulage et soudage
5- La combinaison entre la majorité des causes par la porte logique **OU** ; c'est facteur négatif

Le coupe minimal ou chemin critique



Figure(4-7) : coupe minimal

Démonstration : on constate que les pluparts des causes ont peut se dues par les activités de projet de rénovation, le tableau suivant classe les cause selon les activités de projets

Tableau (4-7) : classification des causes d'événement selon les activités de projets et les BS mise en place

N	CAUSE	ACTIVITE DE PROJET	BARIER SECURITE PROPSE
1	Grains de meulage et soudage	*Soudage pipe *soudage charpente *coupage des pipes *coupage de charpente *modification sur les équipements *	B1 :crée des atelier particulier
2	Téléphone non ATEX	L'utilisation de téléphone non ATEX a lors heures de travail	B2 :sensibilisation périodique
3	Câble a male connections 	* les travaux d'électricité *tous les travaux besoin l'alimentation d'énergie électrique *Pré test des équipements mécanique, électrique ou test des circuits	B3 : Hiérarchie l'inspection de conformité

N	CAUSE	ACTIVITE DE PROJET	BARIER SECURITE PROPSE
4	Surcharge électrique	* les activités d'électricité *pré test d'équipements *mise en service d'équipement électrique ou alimenté par énergie électrique	B4 :Mise en place les mise a la terre
5	Malveillance	* Tous les activités	B5 : assurer la sûreté interne
6	Torche	*travaux d'étanchéité *travaux de soudage	B6 ; Adapte le lieu de tache selon les risque
7	Braise de cigarette	*tous les travaux	B7 : Sensibilisation périodique (journalier)
8	Source d'énergie	*déplacement des engins et camion au site *Tous les travaux avec une énergie	
9	Déchets	Tous les travaux	
10	Fuite	*pré test *Mise en service *les travaux a l'intérieur de zone (marron/rouge) *travaux de raccordement (TIE-IN)	B8 : Test de gaz permanante

N	CAUSE	ACTIVITE DE PROJET	BARIER SECURITE PROPSE
11	Drainage 	*travaus de démolition *pré test *mise en service *Carburant d'engin	B9 : Utilise les Cuvettes
13	dégazage 	*pré test *démolition de pipe et ballon séparation *mise en service *raccordement (TIE-IN *travaux génie civil (puisards)	
14	détection en panne	*pré test *démolition de pipe et ballon séparation *mise en service *travaux de raccordement (TIE-IN)	
15	fuite d'une vanne	Peut entraîne par tous les travaux de projet	
16	surcharge opératoire	*pré test *mise en service	
17	panne ESDV	*pré test *mise en service	
18	manque d'expérience	Tous les travaux	B10 : bien détermination les critères de embauchées

N	CAUSE	ACTIVITE DE PROJET	BARIER SECURITE PROPSE
19	négligence	Tous les travaux	
20	non-conformité	Tous les travaux	
21	surcharge de poids	*Travaux mécanique *travaux génie civil *	

Alors : on propose

- ✓ on doit être mettre en place préalablement les barrières de sécurité pour supprimes les cause qui mener l'événement
- ✓ transfère les risques aves l'entrepreneur et les sous traitant
- ✓ mobilise le maximum des moyenne et personnelle compétentes au cours travaux de projet

Recommandations

1- La combine entre le s méthode d'analyse de risque résulta un réduction de risque plus pratiquante et ciblé les menaces préalable.
2- Retour d'expérience est une démarche importante pour les technicien charge ou fonction sécurité
3- La construire d'une groupe multi dis linaire offre un analyse plus fiables
4- L'intégration des informations de installation similaire est un avantage pour l'entrepris
5- La convention avec bureau d'étude spécialise ou avec des expertes pour la situation critique est essentielle.
6- La bonne gestion de ressource humaine est facteur de grand et longue investissement $
7- Les recherche et étude spécialise doit être motive et support
8- Création d'une cellule de recherche est développement est la une solution durables pour gère tous les situation dangereux

Conclusion général

L'étude et la recherche sont les deux facteurs principale mènent le développement et ressoudent les problématique apparaitre dans tous les domaines technique ; sociologique ; financière et industrie.

La complémentaire entre l'université et le secteur industrielle peut conduisent la croissance et développent la productivité de l'entreprise a base technique et scientifique fondé.

Cette études et dans ce contexte ; on a présenté la problématique de réalisation des travaux afin de renouvelle l'installation a condition de reste fonctionne quand les travaux de rénovation en cours ; pour cela l'étude par arbre de défaillances' aide a modalise une représentation graphique illustre la successivité de survenu l'événement redouté afin mettre en place les barrières sécurité disponible ou accréditent a l'égard de cause possible. Pour l'optimisation des exécutions de travaux a requise l'avancement des travaux et la continuité de fonctionnement de processus sans incident ; accident ou défaillance.

La combinaison entre les études qu'on a disponible .ces étude et bien supporte de construire l'arbre de défaillance mettre en lumières tous les cause possibles a mener un événement redoute.

Bibliographie

[1]**Livre de** La maintenance et la sécurité industrielle dans l'entreprise **Auteur** : Dr. Rachid Chaib

[2] **Mise à jour Rapport** de formalisation du savoir et les outilles dans le domaine des risques majeurs (DRA-35) /Ω7 et Méthodes d'analyses des risques génères par une installation industrielle (Ref:INERS - DRA_ 2006_P46055_CL47569:Ω7) a Réalisé par la ministre de l'écologie et du développent durable(France) Liste des personnes ayant participé à l'étude : BRUNO DEBRAY, S.CHAUMETTE, S.DESCOURIER, V.TROMMETER

Auteur de la mise à jour 2006 : BRUNO DEBRAY **Date** : 13/10/2006

[3]**Livre de** : Sureté de fonctionnement de systémes industrielles (Fiabilité – Facteurs Humains – Informatisation **Auteur** : ALAIN VILLEMEUR

[4]**Mémoire** Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine

Thème : Pour Meilleure Approche du Management des Risques (De la Modélisation Ontologique du Processus Accidentel au Système Interactif d'Aide a la Décision)

Réalise par : MOHAMED –HABIB MAZOUNI

[5] **Rapport** sur :<<UNE MATRICE de risque : pour faire quoi ?>> <19˚ congres de maitrise de risques et sureté de fonctionnement > Liste des personnes ayant élaboré le rapport : OLIVIERCASTELLANI, JEAN –MARC POURCHIER, SANDRINECHRUN, JEAN –MARIE CLOAREC

Date : 21-23/10/2014

[6] https://www.cchst.ca/hsprograms/investig.html vu le 16/09/2020 a 08:04

[7] https:/m.actu-environnement.com/dictionnaire environnement/définition/accident.html vu le 16/09/2020 a 08 :19

[8] Etude de danger <<unité de bois>> réalisé par Technisim consultants

[9] **Livre de** : Arbre de défaillance, des causes et d'événement. A l'auteur : YVES MORTUREX << experte sureté de fonctionnement à la direction déléguée système d'exploitation et sécurité à la SNCF + vise président de l'institut de sureté de fonctionnement>>

[10] http://gpp.oiq.qc.ca/le_concept_de_barrieres_de_securite.htm Consulte le 17/09/20 à 02:27

[11] Rapport d'étude HAZOP pour W1C

[12] Le processus management des risques norme ISO31010 :2020

[13] Document de projet :(Planning et control)

[14] Rapport complète d'étude HAZOP de projet

[15] http://www.unit.eu/cours/cyberrisques/etage_1/co/Module_Etage_1_12.html consulte le 21/09/20 à 23:27

[16]https://www.radiation-dosimetry.org/fr/quest-ce-que-lalara-et-le-principe-alarp-definition/ consulte le 21/09/20 à 23:27