REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

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

Évaluation des Risques Professionnels sur L'appareil SNUBBING

Présenté par

CHORFI Youcef Abdesalam

BANNANA Abderahman

Proposé et Dirigé par

M. RAHMANI Ahmed Chérif

Promotion 2021



Je dédie ce mémoire:

À l'Algérie

À l'université de Yahia Fares de Médea

À ma famille avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour m'élever dignement et assurer mon éducation dans les meilleures conditions

À tous les étudiants d'hygiène et de sécurité industrielle -HSI-

Remerciement

Tout d'abord, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Allah le tout puissant, qui a éclairé mon chemin et qui m'a guidé pour atteindre mes objectifs et finaliser ce mémoire.

C'est avec mon enthousiasme le plus vif et le plus sincère que je voudrais rendre mérite à tous ceux qui, à leur manière, m'ont aidé à mener à bien cette thèse. Qu'ils puissent trouver ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon immense reconnaissance.

Mes premières pensées iront vers Monsieur Rahmani Chérif, Professeure à l'université de Médea. Je veux d'abord le remercier d'avoir endossé la responsabilité de directeur de mémoire, de m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce travail. De m'avoir fait confiance, de m'avoir laissé une grande liberté d'initiatives et de m'avoir soutenu dans mes démarches. Ce mémoire ne serait rien sans ses conseils.

Je remercie très sincèrement les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Il m'est agréable d'exprimer toute ma reconnaissance et mes remerciements à Madame FARHAT Samira chef de département à l'université de Médea, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de mémoire. Et le Professeur SARRAI Abde-aziz de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon mémoire de Master.

Comme Je tiens aussi à présenter ma profonde gratitude et ma reconnaissance à Mme. TEDJANI Chourouk d'avoir pris la charge de corriger ce travail, et d'avoir été présent à tout moment. Mon mémoire ne serait peut-être pas allée au bout sans leur aide.
Je n'oublie pas de remercier M. KORTBI Abderrezak, pour ses remarques et ses conseils avisés qui m'a permis de faire progresser ma réflexion. Et qui m'ont permis d'améliorer sensiblement la clarté du mémoire.
Mes sincères remerciements aux partenaires socio-économiques de l'ENSP pour le chemin parcouru ensemble. Je les remercie vivement et garderai précieusement en mémoire cette collaboration pour les conseils avisés pour le travail de terrain.

Mes vifs remerciements vont également à mes amies et mes collèges HSI qui m'ont accompagné de leur affection, amitié et de leurs encouragements pendant toutes ces années. Pour tous les merveilleux souvenirs que nous avons eus à l'Université de Yahia Fares et dans la belle ville de Médea. Je remercie tout particulièrement mon ami Rouis Zahreddine, qui m'a soutenue et aidée durant les moments les plus difficiles, m'a donné beaucoup de courage.

Je ne remercierai jamais assez ma famille, pour leurs prières et leurs bénédictions, qui ont toujours été là pour moi Leurs sacrifices, leurs soutiens inconditionnel et leurs encouragements. Sans eux je n'aurai pas pu réussir, je suis ici grâce à eux.

Je remercie enfin tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail de mémoire. Merci à toutes et à tous.

ملخص

تم تصميم السنوبينغ للعمل بالأنابيب في بئرتحت الضغط. يمكن أن تؤدي السنوبينغ العديد من الخدمات مثل الإصلاح والتنظيف والحفر والتحكم في ضغط الآبار عندما يتعذر استخدام الطرق التقليدية التي لا توفر القوة والمقاومة والمتانة. يتكون جهاز السنوبينغ من 03 أنواع ، والفرق بينهم في قدرة الرفع والدفع، كلاهما يشتركان في نفس معدات سلامة البئر والمناورة. تعتمد السنوبينغ بشكل كبير على موانع الانفجار التي تتحكم في الضغط المرتفع للبئر. ومع ذلك ، فإن الضغط يمثل أكبر تهديد للعمال، للآلة وللبيئة. يجب تقييم المخاطر المهنية الناتجة عن هذه العمليات والمرتبطة بمعدات هذه الآلة. لهذا يظهر دور تقييم المخاطر المهنية في تقليل شدة الضرر والقضاء على احتمال حدوث المخاطر والحفاظ على التوازن بين القضايا القانونية، البشرية، الاجتماعية والاقتصادية. تقييم المخاطر المهنية هو عملية منظمة تمر بخمس مراحل: إعداد التقييم، تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، وضع تدابير الوقائية والحماية، المراقبة والفحص. نتائج التقييم توضع في جدول تقييم المخاطر المهنية، والذي يحتوي بشكل أساسي على نوع الخطر وشدته ، بالإضافة إلى التدابير الوقائية اللازمة.

الكلمات المفتاحية: *خطر, شدة, إحتمال, تقييم ووقاية.*

Résumé

SNUBBING ont été conçus pour fonctionner avec des tubes dans un puits sous pression. SNUBBING pouvaient effectuer de nombreux services tels que les opérations de réparation, de nettoyage, de forage et de contrôler la pression des puits lorsque les méthodes conventionnelles qui ne fournissent pas de force, de résistance et de durabilité ne peuvent pas être utilisées. L'appareil SNUBBING se compose de 03 types, la différence entre eux est en la capacité de levage et de pousser. Les deux partagent le même équipement de manœuvre, de sécurité de puits .SNUBBING repose fortement sur les obturateurs anti-éruptions qui contrôle la haute pression du puits. Cependant, la pression est la plus grande menace pour les travailleurs, pour l'unité et pour l'environnement. Les risques professionnels résultant de ces services et associés à l'équipement de cet appareil doivent être évalués. Pour cela le rôle d'EVRP apparaît afin de réduire la gravité de dommage, éliminer la fréquence d'occurrence des risques et maintenir un équilibre entre les enjeux juridique, humaine, social et économique. L'évaluation des risques professionnels (EVRP) est une démarche structuré, il passe par cinq étapes suivants: préparation de l'évaluation, identification des dangers, évaluation des risques, déterminer et adopter les mesures de préventions et protections et contrôle et examen l'évaluation. Les résultats sont recueillis sur le tableau d'EVRP, qui contient principalement du type de risque et sa gravité, ainsi que les mesures préventives nécessaires.

Mots clés : *risque, gravité, probabilité, évaluation et prévention.*

Abstract

SNUBBING were designed to work with tubes in a pressure well. Snubbing could perform many services such as repairing, cleaning, drilling and controlling the pressure of wells when conventional methods which do not provide strength, strength and durability cannot be used. SNUBBING unit consists of 03 types, the difference between them is in the lifting and pushing capacity. Both share the same maneuvering, well safety system. SNUBBING relies heavily on blowout preventers that control the high pressure of the well. However, pressure is the greatest menace to workers, to the unit and to the environment. The occupational hazards resulting from these services and associated with the equipment of this device must be assessed. For this, the role of EVRP appears in order to reduce the severity of damage, eliminate the frequency of occurrence of risks and maintain a balance between legal, human, social and economic issues. The occupational risk assessment is a structured process, it goes through the following five stages: preparation of the assessment, identification of hazards, risk assessment, determining and adopting preventive and protective measures and monitoring and review assessment. The results are collected in the EVRP board, which mainly contains the type of risk and its severity, as well as the necessary preventive measures.

Keywords: risk, *severity, probability, assessment and prevention.*

Table des matières

Dédicace……IV

Remerciement……V

Résumé……..VI

Liste des figures……..XII

Liste des tableaux……..XIV

Liste des abréviation……XV

Introduction générale……..……..……1

Chapitre I

Présentation de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP)

I.1 Introduction……..……...3

I.2 Présentation de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP) ……...……..……3

I.3 Les activités principales de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP).……..……4

I.4 L'organigramme de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP)..……4

I.5 La direction SNUBBING...……...……..…….6

I.5.1 Présentation de la direction SNUBBING .…….……..……..7

I.5.2. L'organigramme de la direction SNUBBING ……...……....……7

I.5.3. Les activités principales ……...……..…..……..8

I.6 Conclusion…...……8

Chapitre II

Concepts fondamentaux de la sécurité, approches et outils d'évaluation des risques professionnels

II. 1 Introduction…….……..9

II.2 Concept généraux de QHSSE ……..…….……...……..9

II.3 Notion de danger…….……10

II. 4 Notion de risque……..12

II.5 Notion d'accident……18

II. 6 Maladie professionnelle (MP) …….……...20

II. 7 Méthodes D'évaluation de la Criticité ……...…….22

II. 8 Précaution, prévention et protection ……..25

II. 9 Conclusion……..27

Chapitre III

L'évaluation des risques professionnels (EVRP)

III. 1 Introduction……28
III. 2 C'est quoi l'évaluation des risques professionnels (EVRP) ? ……...……...28
III. 3 Pourquoi évaluer les risques professionnels? ……...……28
III. 4 Les étapes d'évaluation des risques professionnels (EVRP) ……...….30
III. 4. 1 Étape 1 : préparation de la démarche et détermination des unités de travail ……32
III. 4. 1. 1 Préparation de la démarche (les objectifs, les méthodes et les moyens) ……..……32
III. 4. 1. 2 Détermination des unités de travail …….…….35
III. 4. 2 Etape 2 : Identifications des dangers …….……...…….…...37
III. 4. 3 Etape 3 : l'évaluation des risques professionnels ……...…….……40
III. 4. 3. 1 Estimation de la probabilité d'occurrence ou de la fréquence d'exposition ……..…40
III. 4. 3. 2 Evaluation de la gravité de dommage ….……...……42
III. 4. 3. 3 Evaluation de la Criticité du risque ……...……..……..44
III. 4. 4 Etape 4 : Déterminer et adopter les Préventives et les mettre en œuvre ….……...…48
III. 4. 4. 1 La hiérarchie des contrôles de sécurité …...……..49
III. 4. 4. 2 Les neufs principes généraux de prévention …….……52
III. 4. 5 Etape 5 : examen, control et réexamen ….……..……..……54
III. 4. 5. 1 L'inspection …….…….54
III. 4. 5. 2 Investigation ……..……55
III. 4. 5. 1 Audit.…….55
III. 5 Conclusion.……...……...……56

Chapitre IV

SNUBBING

IV. 1 Introduction…..…….57
IV. 2 Formation du pétrole ou du gaz ……...……57
IV. 3 Concepts de pression…… ……..…….…58
IV. 4 SNUBBING ...…….……..……...61
IV. 4. 1 Historique de SNUBBING …….……...…….……61
IV. 4. 2 Définition de SNUBBING ……..…….…….…….…….61
IV. 4. 3 Principe et domaine d'application ….…….…….…….……61

IV. 4. 4 les opérations de SNUBBING ……62
IV. 4. 5 Les différentes phases de SNUBBING ……62
IV. 4. 6 Types d'unité de SNUBBING ……63
IV. 4. 7 Les équipements de SNUBBING ……66
IV. 4. 7. 1 Le dispositif de manœuvre des tubes ……68
IV. 4. 7. 2 Le groupe de puissance (POWER PACK) ……76
IV. 4. 7. 3 Système de sécurité de puit (BLOWOUT PREVENTER) ……77
IV. 5 Conclusion……80

Chapitre V

L'application de l'évaluation des risques professionnels sur l'appareil SNUBBING

V. 1 Introduction……81
V.2 Les risques professionnels ……81
V. 3 Tableau de l'évaluation des risques professionnels sur l'appareil SNNUBING ……96
V. 4. Le risque majeur d'activité SNUBBING ……109
V. 4. 1 La venue (KICK) ……109
V. 4. 2 L'éruption (BLOWOUT) ……109
V. 4. 3 Le contrôle de puits (WELL CONTROL) ……110
V. 4. 4 La Prévention contre les éruptions……110
V. 5 Conclusion ……111

Conclusion générale……112
Les références bibliographiques……116
Les annexes …… i

La liste des figures

Numéro	*Titre*	*Page*
Figure I.1	L'organigramme de l'ENSP	05
Figure I.2	L'organigramme de la direction SNNUBING	07
Figure II.3	Le processus d'apparition d'un dommage (PAD)	12
Figure II.4	Les dimensions d'un risque	13
Figure II.5	la gravité du dommage et la probabilité d'occurrence du dommage	14
Figure II.6	La courbe de Farmer [Farmer, 1967]	15
Figure II.7	ALARA « aussi bas qu'il est raisonnablement possible de faire » "As Low As Reasonably Practicable" (Modèle développé par Health and Safety Directive - U.K.)	17
Figure II.8	Echelle de gravité des accidents	19
Figure II.9	Le triangle de Bird	20
Figure II.10	Processus d'apparition de l'accident de travail et la maladie professionnelle	21
Figure II.11	Classification générale des méthodes d'évaluation de la criticités des risques	22
Figure II.12	Prévention et Protection	26
Figure III.13	les enjeux principaux d'évaluation des risques professionnels	29
Figure III.14	Les étapes d'évaluation des risques professionnels (EVRP)	31
Figure III.15	les différents niveaux de fréquence d'exposition au risque	41
Figure III.16	L'échelle de gravité	43
Figure III.17	Matrice de criticité	46
Figure III.18	La hiérarchie des contrôles de sécurité	49
Figure IV.19	Les gisements potentiels d'hydrocarbures	58
Figure IV.20	Schéma montré les puits sous-équilibre et suréquilibre Source : Drilling cours	59
Figure IV.21	Unité autonome à vérin concentrique (Type: HYDRA RIG SHORT STROKE-HRS-)	64
Figure IV.22	Unité autonome à vérin –câble (TYPE: HYDRA RIG LONG STROKE-HRL-)	66

Figure IV.23	Les équipements de SNUBBING	68
Figure IV.24	L'ensemble de vérins hydrauliques (hydraulic jack assembly)	69
Figure IV.25	Un tube guide (guide tube)	70
Figure IV.26	La fenêtre d'accès (acces window)	70
Figure IV.27	les snubs mobiles (travelling slips)	71
Figure IV.28	Les snubs fixes (stationary slips)	72
Figure IV.29	La tête rotative (rotary swivel)	73
Figure IV.30	La clef automatique (power tong)	73
Figure IV.31	La passerelle de travail (work basket)	74
Figure IV.32	Le panneau de contrôle (control panel)	75
Figure IV.33	Le joint télescopique (telescoping)	76
Figure IV.34	Centrale Hydraulique Ou Groupe De Puissance (Power Pack)	76
Figure IV.35	Les composants des obturateurs anti-éruptions (Blowout Preventer)	77
Figure IV.36	Schéma de principe des obturateurs à mâchoires	78
Figure IV.37	Schéma de principe des obturateurs annulaire	79
Figure IV.38	l'accumulateur	80

La liste des tableaux

Numéro	*Titre*	*Page*
Tableau II.1	Tableau de cotation de la fréquence d'exposition au risque	42
Tableau II.2	Echelle de gravité de dommage	44
Tableau II.3	code de couleur de risque	47
Tableau II.4	La hiérarchie des contrôles de sécurité	50
Tableau V.5	Tableau d'EVRP	97

Liste des abréviations

Symbole	***Signification***
ALARA	As Low As Reasonably Practicable
AT	Accident de Travail
BHP	Bottom Hole Pressure
BOP	BlowOut Preventer
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
DE	Dose d'Exposition
CHSCT	Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail
DUERP	Document Unique d'Évaluation des Risques professionnels
ENSP	Entreprise Nationale aux Services des Puits
EPI	Equipement de Protection Individuelle
EVRP	Evaluation des Risques Professionnels
F	Faible
FE	Fréquence d'Exposition
FP	Formation Pressure
HP	Hydrostatic Pressure
I	Important
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
M	Moyen
MP	Maladie Professionnelle
NE	Niveau d'Exposition
NG	Niveau de Gravité
NR	Niveau de Risque
OSHAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
P	Priorité
P1	Catastrophique
P2	Critique
P3	Urgent
P4	Dangereux
P5	Acceptable
QHSSE	Qualité, Hygiène, Santé, Sécurité et Environnement

Introduction

Le secteur économique de l'énergie en Algérie occupe une place prédominante dans l'économie de l'Algérie. Les hydrocarbures et le gaz naturel présentent de très loin, la principale source de revenus du pays, ils à eux seuls représentent 60 % des recettes du budget et 98 % des recettes d'exportation. L'industrie pétrolière traite de la chaîne industrielle du pétrole et du gaz de pétrole, en particulier SONATRACH, qui représente le groupement pétrolier algérien chargé de la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures. Certaines de ces activités sont rythmées par certains problèmes qui nécessitent la fourniture de services spéciaux. Pour cela, la société ENSP a été créée qui cherche à apporter des technologies modernes pour résoudre les problèmes liés à la production et de forage des puit... Parmi les plus importantes opérations que cette société entreprend est SNUBBING.

L'unité SNUBBING se caractérise par son fonctionnement dans des puits vivants, c'est-à-dire sous haute pression. Il remplit une grande variété d'opérations. Il se compose d'équipements dont le rôle diffère de la manœuvre et de sécurité.

Mais, comme d'autres machines et activités industrielles, il entraîne des risques de gravité variable. Il est considéré comme une grande source de risque. Les personnes perdent leur vie pour des motifs liées au travail, en outre, certains travailleurs sont blessés au travail, certains souffrent de brûlures de divers degrés; d'autres prennent des congés de maladie professionnels pour faire face au stress, à la surcharge de travail ou à d'autres maladies, risques professionnels. Afin de maîtriser ces risques, l'entreprise applique plusieurs méthodes d'analyse des risques, tout cela dans le but de construire une démarche préventive. Parmi les méthodes réussies, EVRP (évaluation des risques professionnelles). Ce qui est l'une des tâches et responsabilités du service QHSE de la direction SNUBBING. Son rôle est de contribuer à préserver la santé et la sécurité des salariés ainsi qu'à l'amélioration des conditions de travail.

L'évaluation des risques professionnels constitue l'étape initiale de toute démarche de prévention en santé et sécurité au travail. Le processus commence par la préparation et la collecte des informations nécessaires pour identifier les risques. Après ça, évaluation les risques potentiels par l'estimation de ses fréquences et l'évaluation de ses gravités de dommages. Une grille de criticité est utilisée pour classer les risques puis les hiérarchiser selon leurs priorités. La mise en place des mesures de prévention et de protection en fonction de la priorité des risques qui en résultent. Enfin, les résultats de l'évaluation sont suivis et contrôler à l'aide

des outils spécifiques. Les résultats sont recueillis sur le tableau d'EVRP dans le document unique (DU), qui contient principalement du type de risque et sa gravité, ainsi que les mesures préventives nécessaires. Les parties juridiques, individuelles, économiques et sociales imposent l'évaluation des risques professionnels, pour cela L'entreprise vise à réaliser une évaluation idéale des risques professionnels en maintenant un équilibre entre ces quatre enjeux.

L'évaluation des risques sur l'appareil SNUBBING met en évidence la problématique en formulant les questions suivantes: Quelle est SNUBBING? Quelles sont les causes de son utilisation? Comment appliquer les étapes d'EVRP dans la pratique ? Quels sont les dangers dans les opérations SNUBBING? Comment l'évaluation est-elle préparée? Quelles sont les méthodes et les outils utilisés pour identifier les risques associés au SNUBBING? Quelles sont les probabilités d'occurrence des risques? Et quelle est la gravité de ses conséquences? Quels sont les critères qui la contrôlent? Et comment l'estimer? Quelles sont les mesures préventives et sur quelle base sont-elles placées?

La base des données est construite à partir de sources nombreux et différentes (Concernant ces sciences: géologie, industrie pétrolière, interventions et services aux puits, médecine et HSE) et à propos l'étude de cas, nous sommes basés sur un stage pratique que nous avions menée chez l'entreprise ENSP en 2017 pour rédiger un mémoire complet sur tout ce qui entoure le thème (évaluation des risques professionnels sur un appareil SNUBBING).

Ce mémoire est basée sur cinq (05) chapitres, chaque chapitre traite d'un sujet spécifique intitulé et avec tableau des matières pour faciliter la lecture.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP)

I.1 Introduction

Le premier chapitre est une présentation de l'entreprise, à travers laquelle on découvre l'entreprise ENSP située à Hassi Massaoud, les participations de coopération avec les sociétés internationales, et toutes les filières et les services de l'entreprise. On passe ensuite au SNUBBING, qui est la direction la plus importante de l'entreprise et le lieu de stage. Nous le présentons brièvement et mentionnons ses activités liées aux services de puits.

I.2 Présentation de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP)

ENSP est l'abréviation de l'Entreprise Nationale aux Services des Puits, entreprise publique économique, ayant son siège à Hassi-Messaoud, zone Industrielle BP 83, wilaya de Ouargla. L'ENSP couvre un large éventail de services dans les activités de forage et d'exploitation des champs producteurs d'hydrocarbures.
La restructuration de SONATRACH opérée dans les années 1980, a donné lieu à la création de plus de 15 entreprises dont celle de l'Entreprise Nationale de Services aux Puits (ENSP). L'ENSP a été créée le 1 er août 1981 dans le cadre de la restructuration du secteur des hydrocarbures, et hérité de l'entreprise SONATRACH des entités (filiales) suivantes :

- Société ALTEST (les services pétroliers) SH 51% Baker 49%.
- Société ALFLUID (Fluides de forage) SH 51% Milchen 49%.
- Société ALDIA (Diagraphie) SH 51% Dresser Atlas 49%.
- Société ALDIM (les outils de forage) SH 51% Christensen 49%.
- Direction Opérations Spéciales du département DTP de SONATRACH

Les prestations sont assurées sous trois régimes contractuels :

- Prise en charge de travaux complets sous la supervision du client.
- Mise à disposition d'équipement et de spécialistes que le client utilisera en fonction de ses besoins.
- Mise à disposition de spécialistes que le client intègre à ses équipes.

L'ENSP est organisée en unités opérationnelles autonomes. L'autonomie d'action des unités opérationnelles se traduit par une décentralisation sélective qui leur permet une gestion efficiente des moyens matériels et des ressources humaines requis par réalisation des opérations sur le terrain. L'ENSP a acquis un important savoir-faire et expérience dans le domaine des services pétroliers. Ce qui a permis à l'ENSP d'intervenir dans le marché de SONATRACH et celui de ses associés étrangers.

L'ENSP a des filiales et participations comme suivants :

- Filiale BASP : «Baroid Algeria de Services aux Puits» il a permis d'offrir une variété de services liés aux fluides de forage.
- Filiale BJSP : « Société Algérienne de Stimulation de Puits producteurs d'hydrocarbure », est une société mixte créée en 1986 entre le groupe E.N.S.P fournisseur de services pétroliers.
- Filiale HESP : « Halliburton Entreprise Service aux Puits ». Cette filiale a été créée en 1999 entre Halliburton Energy Service et ENSP. Cette entreprise de services qui a pour principale activité la réalisation d'opération de diagraphie. Dans les puits verticaux et horizontaux.
- Filiale MESP : l'ENSP a créé en 1998 le groupement MESP avec MEDES qui est une société italienne, spécialisée dans les services de protection de l'environnement et particulièrement dans le traitement des rejets pétroliers.
- Filiale WESP : Weatherford Entreprise Service aux Puits.

Le groupe E.N.S.P est l'actionnaire majoritaire détenant 51% des actions.

I.3 Les activités principales de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP)

Les différentes activités réalisées par l'ENSP sont :

- ✓ Snubbing
- ✓ Fabrication des outils de forage
- ✓ Slick Line
- ✓ Wire Line
- ✓ Well Testing
- ✓ DST (Drill Stem Test)
- ✓ BHP
- ✓ Protection de l'environnement
- ✓ Mud Logging
- ✓ Well services

I.4 L'organigramme de l'entreprise nationale aux services des puits (ENSP)

L'entreprise nationale aux services des puits (ENSP) est divisée en direction opérationnelles direction fonctionnelles et filiales et participations comme l'organigramme suivant : (voire la figure I.1)

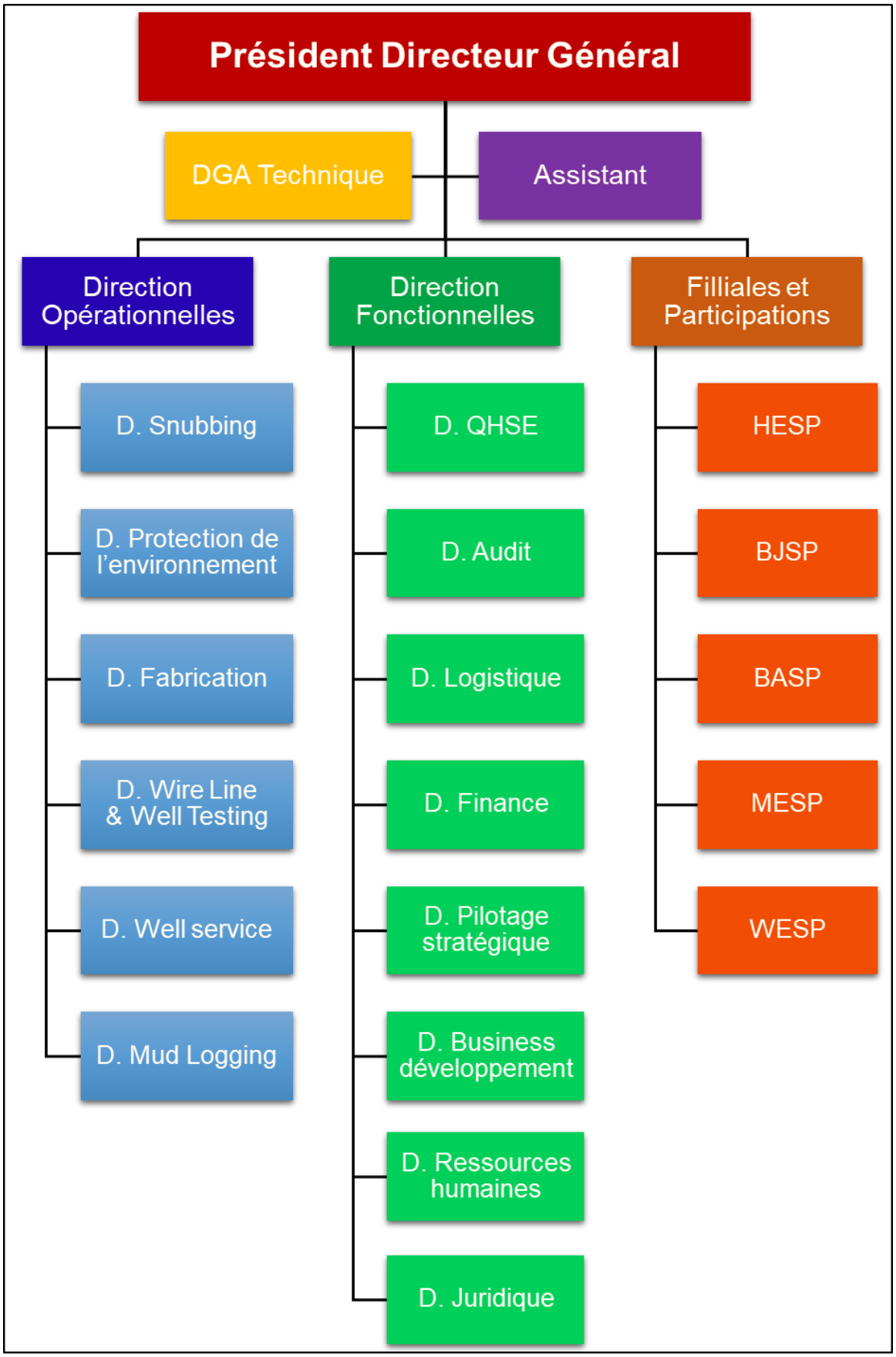


Figure I.1 : L'organigramme de l'ENSP.

I.5 La direction SNUBBING

I. 5. 1 Présentation de la direction SNUBBING

La Direction SNUBBING a été créée le 1er Janvier 2007 suite à la réorganisation de la direction Servicing qui a été éclatée à trois Directions opérationnelles :

- Direction SNUBBING
- Direction Wire Line / Well Testing
- Direction Protection de l'Environnement

I. 5. 2 L'organigramme de la direction SNUBBING

La direction SNNUBING est constituée de cinq départements et un service comme le montre l'organigramme ci-dessous: (voire la figure I.2)

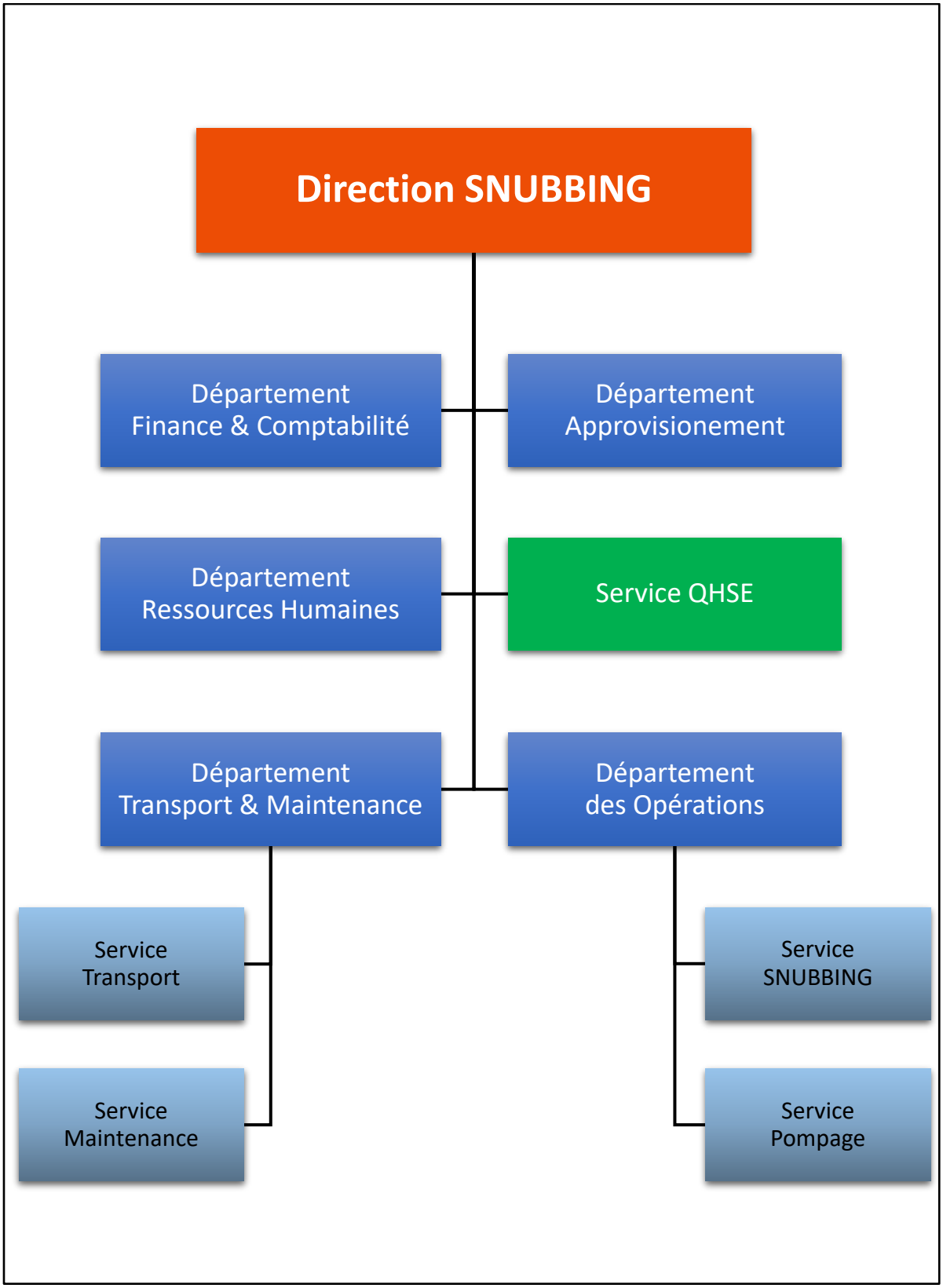


Figure I.2 : L'organigramme de la direction SNUBBING

I. 5. 3 Les activités principales

Parmi les activités de la direction SNUBBING, ils existent deux (02) activités principales, elles sont :

- ✓ Pompage et TEXTEAM, cette activité intervient dans:
  - Pompage de brut
  - Pompage au cours de complétion
  - Test de la formation
  - Décapage
  - consulter notre brochure
  - Déssalage
- ✓ SNNUBING [1]

I. 6 Conclusion

Ce chapitre donne une présentation détaillée de l'entreprise. L'ENSP est l'une des plus grandes entreprises fournissant des services de puits de pétrole, la plupart de ses activités sont à Hassi-massaoud, elle propose une variété d'activités, notamment pour Sonatrach, une de ses activités les plus importantes est SNUBBING, qui est le lieu de l'étude de cas.

Chapitre II

Concepts fondamentaux de la sécurité, approches et outils d'évaluation des risques professionnels

II. 1 Introduction

Le deuxième chapitre aborde des notions couramment utilisées dans le domaine d'HSE à savoir : le danger, le risque et la prévention. L'intérêt des rappels de ces notions est évident, il est considéré comme la base sur laquelle nous construirons plus tard l'approche d'évaluation des risques professionnels (chapitre III). Nous tenterons aussi d'intégrer dans cette démarche les méthodes d'évaluation de la criticité qui contribuant à pallier les difficultés et les pressions subies lors d'une EVRP. En rédigeant ce chapitre, nous comptons sur l'utilisation de certains schémas, dont les plus importants sont le PAD, La courbe de Farmer, ALARA et le triangle de Bird, ce qui a grandement contribué à clarifier de nombreux concepts et relations.

II. 2 Concept généraux de QHSSE

II. 2. 1 Qualité

Selon ISO 9001: «aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un objet (produit, service,...) à satisfaire des exigences».

Selon l'AFNOR : «un produit ou service de qualité est un produit dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs». [2]

II. 2. 2 Hygiène

Le mot hygiène vient de HYGIA, déesse grec de la Santé. C'est l'ensemble des actions qui permettent d'avoir une bonne santé. [2]

II. 2. 3 Sécurité

La sécurité est souvent définie par rapport à son contraire : elle serait l'absence de danger, d'accident ou de sinistre.

Selon A. Desroches, A. Leroy, and F. Vallée, la sécurité concerne la non occurrence d'évènements pouvant diminuer ou porter atteinte à l'intégrité du système, pendant toute la durée de l'activité du système, que celle-ci soit réussie, dégradée ou ait échouée. [2]

Et suivant le guide ISO/CEI 73 élaboré par l'ISO sur la terminologie du management du risque, la sécurité est l'absence de risque inacceptable, de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes, directement ou indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement. [2]

II. 2. 4 Sureté

La sûreté relève d'actes de malveillance envers des personnes, des biens, des bâtiments ou encore des informations, il y a donc une intention de nuire. [2]

II. 2. 5 Environnement

La protection de l'environnement est une mesure conçue pour éviter de nuire à l'environnement. Ces dommages peuvent concerner l'air, l'eau ou la terre, entraînant des problèmes pour la vie végétale, les animaux, l'eau et la qualité de l'air. [2]

II. 3 Notion de danger

II. 3. 1 Danger

Selon Desroches et la norme IEC 61508. Le danger désigne une nuisance potentielle pouvant porter atteinte aux personnes, aux biens (détérioration ou destruction) ou à l'environnement. Les dangers peuvent avoir une incidence directe sur les personnes, par des blessures physiques ou des troubles de la santé, ou indirecte, au travers de dégâts subis par les biens ou l'environnement. [3] [4]

Et selon le référentiel OHSAS 18001 (OHSAS18001, 1999). Un danger est une source ou une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments. [5]

Le danger est « la propriété intrinsèque ou la capacité d'un objet, d'une substance, d'un processus ou d'une situation, à avoir des conséquences néfastes ou à menacer la santé et la sécurité du travailleur » [20]

Note : le terme "danger" doit être considéré comme un synonyme de "phénomène dangereux"

II. 3. 2 Phénomène dangereux

Selon la norme ISO 12100-1. Un phénomène dangereux désigne en général une source potentielle de dommage. On regroupe sous cette appellation l'ensemble des sources et des facteurs pouvant contribuer à la création du dommage, mais cela ne provoquera pas obligatoirement un dommage. [7]

II. 3. 3. Exposition

La mesure dans laquelle les travailleurs peuvent entrer en contact avec un danger. [2]

II. 3. 4 Situation dangereuse

Selon la norme ISO 12100-1. Situation dans laquelle une personne est exposée à au moins un phénomène dangereux. L'exposition peut entraîner un dommage, immédiatement ou à plus long terme. [7]

II. 3. 5 Événement dangereux

Un événement dangereux est un évènement déclencheur qui, dans une situation dangereuse, peut conduire à un dommage. L'événement dangereux perturbe l'équilibre d'une situation et peut provoquer une blessure à un opérateur. [7]

II. 3. 6 Dommage

Selon la norme ISO 12100-1. Le dommage est une blessure physique ou atteinte à la santé. [7]

Le dommage est donc la résultante d'un processus trouvant son origine dans l'existence d'un phénomène dangereux qui se transforme en situation dangereuse dès qu'une personne s'y trouve exposée. La probabilité d'apparition d'un événement dit dangereux (événement dangereux), d'origine technique ou humaine, peut conduire cette personne vers l'accident ou la maladie professionnelle. (Voire la figure II.3)

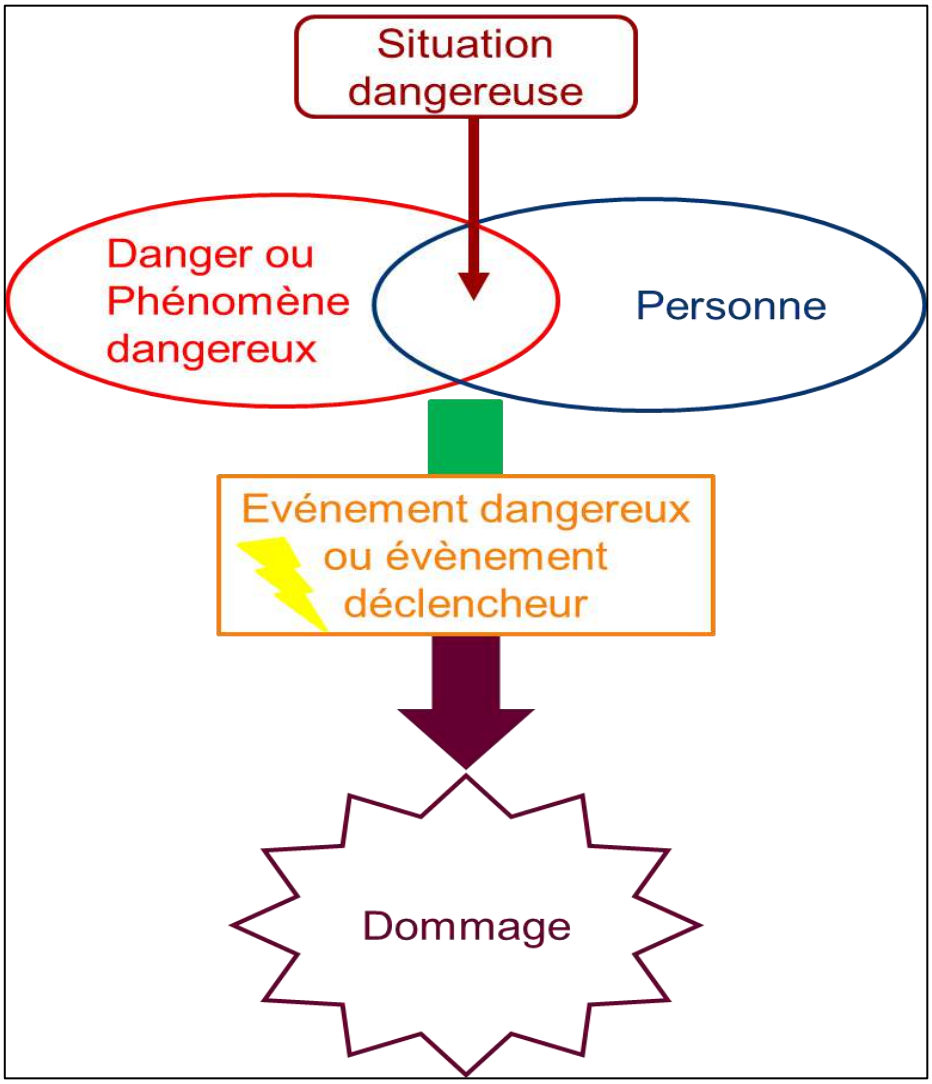


Figure II.3 : Le processus d'apparition d'un dommage (PAD)

Le schéma de processus d'apparition d'un dommage est un outil qui permet d'identifier des d'identifier les sources de danger et les personnes menacées, et de comprendre la raison pour laquelle une situation peut devenir dangereuse. Afin d'éviter les dommages en mettant en place des mesures de prévention adaptées. [18]

II. 4 Notion de risque

II. 4. 1 Risque

Une définition usuelle du risque est « l'exposition d'une personne ou d'un bien à un danger potentiel, inhérent à une situation ou à une activité ». [7]

De manière plus formelle les normes ISO (CEI) [ISO/CEI 73, 2002] définissent le risque comme une «combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences».

[ISO/CEI 51, 2002] définit le risque comme la «combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité».

Il est donc présenté comme calculable selon une approche statistique. Un risque est ainsi la probabilité de subir un événement pouvant causer des dommages combinée à la gravité que peuvent entraîner ces dommages. [19]

Le Dictionnaire du droit privé de Serge Braudo définit le risque comme « un événement dont l'arrivée aléatoire, est susceptible de causer un dommage aux personnes ou aux biens ou aux deux à la fois ». « Le risque est la probabilité qu'un effet spécifique se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminées. En conséquence, un risque se caractérise par deux composantes : la probabilité d'occurrence d'un évènement donné ; la gravité des effets ou des conséquences de l'évènement supposé à pouvoir se produire » (Directive Seveso 2 1996). [10]

La notion de risque peut être représentée par un schéma à deux dimensions (voire la figure II.4):

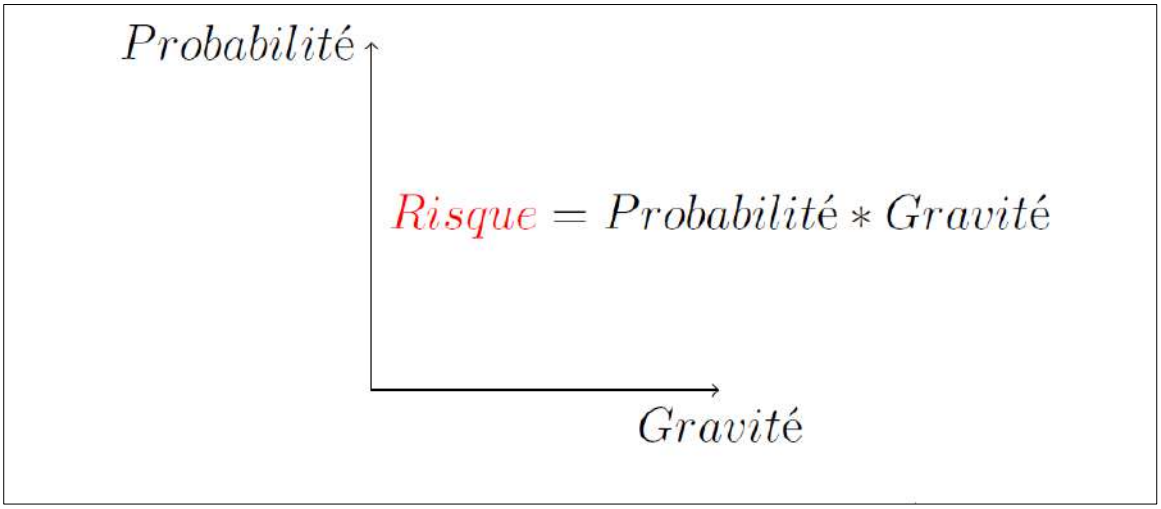


Figure II.4 : Les dimensions d'un risque [20]

Donc, Le risque se caractérise par : [12]

- la gravité : L'ampleur des dommages, suite à un événement redouté, selon un critère de gravité. Ce critère tient compte de l'appréciation des conséquences en termes de pertes humaines ou en termes économiques

- la probabilité : Le caractère incertain lié à l'apparition d'un événement redouté provoquant le dommage, depuis une situation dangereuse déterminée. La probabilité de la survenance d'un dommage liée à :
  - la fréquence d'exposition et/ou la durée d'exposition au danger
  - la probabilité d'apparition de l'évènement dangereux
  - la possibilité technique et humaine d'éviter ou de limiter le dommage

La figure ci-dessous représente les deux dimensions du risque (gravité; probabilité) et la relation complémentaire entre fréquence et durée d'exposition (Voire la figure II.5)

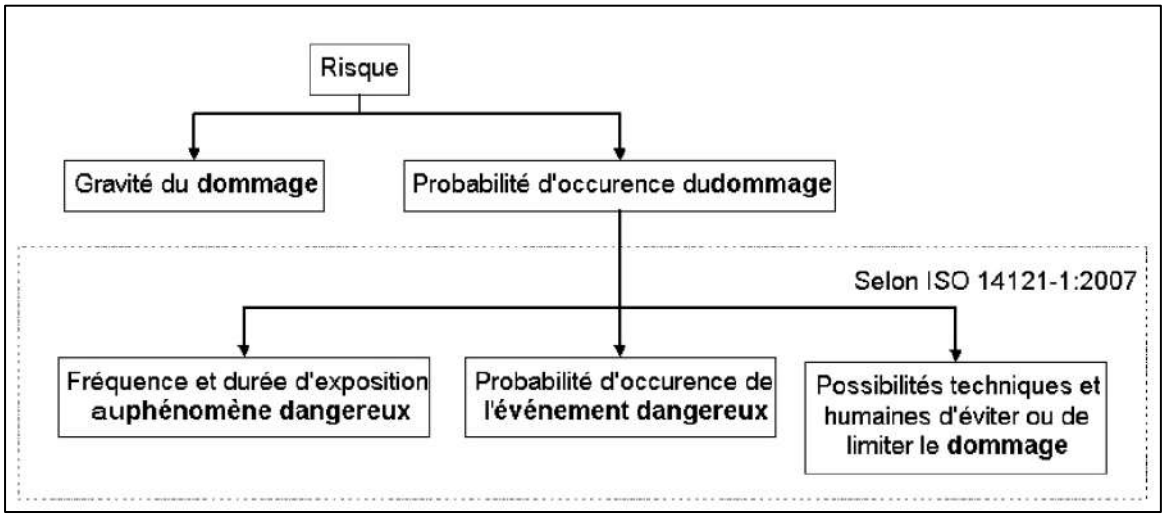


Figure II.5 : la gravité du dommage et la probabilité d'occurrence du dommage

En général, le risque se rapporte au couple (gravité, probabilité), le plus souvent cela quantifie le produit de la gravité d'un accident par sa probabilité d'occurrence. Farmer a montré que la gravité et la probabilité d'apparition étaient reliées de façon à peu près linéaire [Farmer, 1967]. En effet, si nous représentons les accidents sur une grille (gravité (G), probabilité (P)), nous obtenons la courbe représentée dans la figure (voire la figure 6). Tous les risques classés sous la courbe sont considérés comme acceptables, à l'inverse, ils sont considérés comme inacceptables s'ils sont placés au-dessus de la courbe. (Voir la figure II.6) [20] [38]

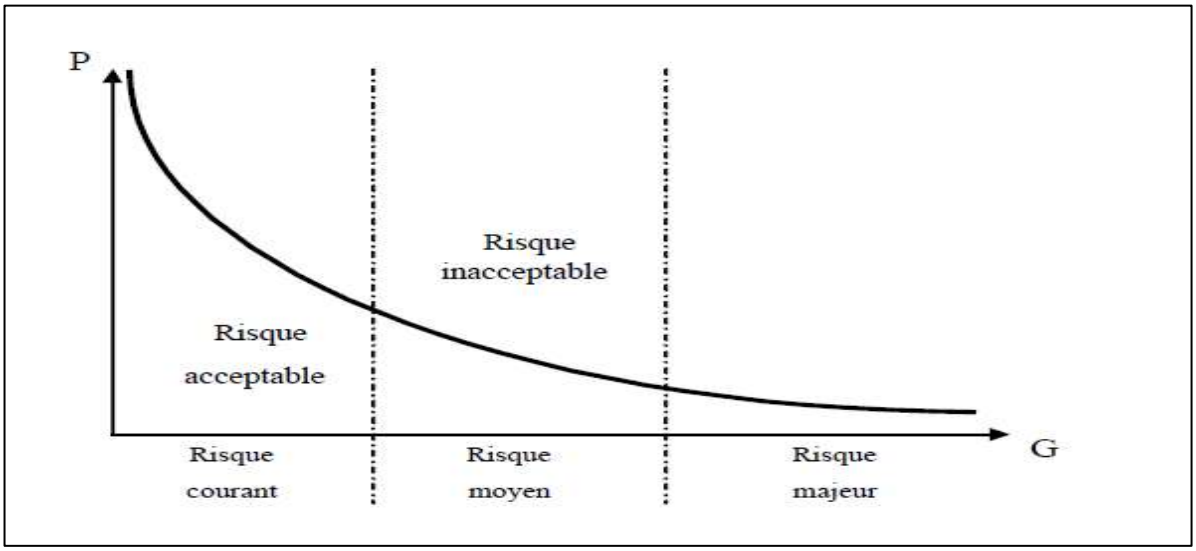


Figure II.6: La courbe de Farmer [Farmer, 1967] [20] [12]

II. 4. 2 Classification des risques

Dans la littérature, on trouve plusieurs classifications des risques. L'analyse des risques permet de les classer en cinq grandes familles :

- les risques naturels : inondation, feu de forêt, avalanche, tempête, séisme, etc
- les risques technologiques : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaires, biologiques, ruptures de barrage, etc. ; les risques de transports collectifs (personnes, matières dangereuses) sont aussi considérés comme des risques technologiques
- les risques de la vie quotidienne : accidents domestiques, accidents de la route
- les risques liés aux conflits

Une des classifications les plus répandue est de classer les risques en deux catégories, les risques naturels et les risques liés à l'activité humaine. Selon cette classification :

- Les risques peuvent être naturels dans le sens où ils ont trait à un événement sans cause humaine directe avérée. Les causes directes supposées ou indirectes ne doivent pas modifier cette distinction.
- Les risques liés à l'activité humaine recouvrent un ensemble de catégories de risques divers :
  - ✓ les risques techniques, technologiques, industriels et nucléaires
  - ✓ les risques liés aux transports

- ✓ les risques sanitaires
- ✓ les risques économiques, financiers, managériaux
- ✓ les risques médiatiques
- ✓ les risques professionnels [12] [20] [39]

II. 4. 3 Risque professionnel

La notion de "risque professionnel" peut être définie comme l'ensemble des menaces qui pèsent sur la santé des salariés dans le cadre de leur activité professionnelle. Elles peuvent se traduire par un accident ou une maladie dite « professionnelle ». [20] [12]

II. 4. 4 Acceptabilité du risque

La notion d'acceptabilité permet de distinguer ce qui peut être, dans les pertes occasionnées par la manifestation d'un aléa, perçu comme tolérable par les parties prenantes. Cette notion peut évoluer avec le temps suivant la progression de l'information de même que la culture du risque.

Cette notion, définie à travers un ensemble de critères « critères d'acceptabilité » (appelés aussi « niveaux du risque ou niveaux d'intolérabilité») et rendue opérationnelle au niveau de la grille de criticité, permet d'améliorer, de réviser ou de proposer des mesures de réduction du risque et de ce fait, de reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risques. [20] [12]

II. 4. 5 Risque acceptable

Selon OHSAS 18001/ ISO 45001. Le risque acceptable est un risque qui a été réduit à un niveau tolérable pour un organisme en regard de ses obligations légales et de sa propre politique de santé et de sécurité au travail. [20]

Selon « Health and Safety Executive » (HSE) de l'Angleterre Le terme « risque acceptable » est celui qui est « négligeable ». Le risque « tolérable » n'est pas négligeable, mais les gens sont prêts à faire avec s'il leur procure des bénéfices et s'ils ont confiance en son contrôle. Dans ce cas, les limites maximales de risques admises par les normes de sécurité sont basées sur le risque tolérable en insistant sur le fait que des mesures « raisonnables » et/ou « praticables » doivent être mises en place pour réduire le risque jusqu'à obtention d'un risque « négligeable » ; au-delà de ce seuil, il n'y a aucune obligation de prendre des mesures pour réduire encore le risque. [12]

Cette approche est basée sur le principe ALARP « As Low As Reasonably Practicable » « aussi bas qu'il est raisonnablement possible de faire » qu'est développée au niveau international dans le domaine nucléaire. Ce principe est largement utilisé et reconnu par les autorités compétentes dans le domaine de la gestion des risques. Il vise un processus d'amélioration continue. (Voire la figure II.7) [12]

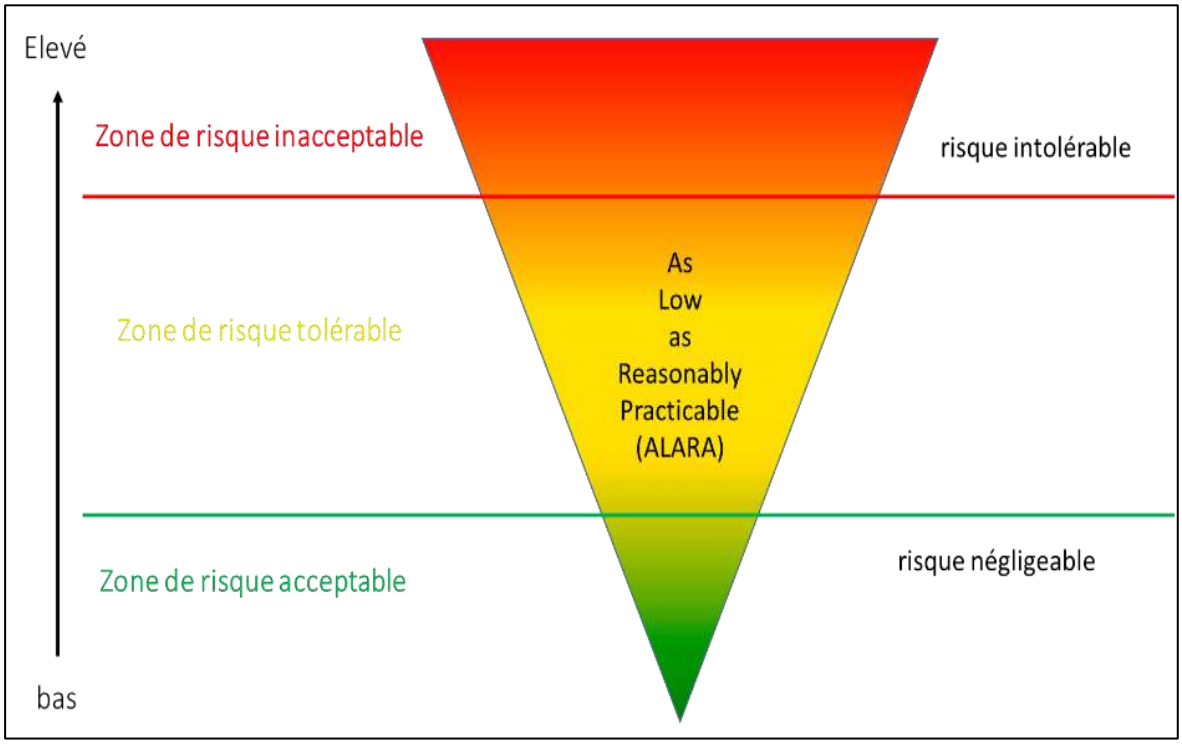


Figure II.7: ALARA « aussi bas qu'il est raisonnablement possible de faire » "As Low As Reasonably Practicable" (Modèle développé par Health and Safety Directive - U.K.)

Le risque zéro est objectif qui n'est pas souvent réalisé, à moins que l'activité génératrice du risque ne soit abandonnée. Plutôt que de s'efforcer de réduire le risque à zéro, il faut s'efforcer de réduire le risque à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. Ce concept est connu sous le nom d'ALARA. [38]

II. 4. 6 Risque majeur

D'une manière générale, le risque majeur se caractérise par ses nombreuses victimes, un coût de dégâts matériels, des impacts sur l'environnement [Tanzi and Delmer, 2003]. Le risque majeur est caractérisé par deux critères qui définissent sa fréquence et sa gravité: [2] [12]

- une faible fréquence.
- une énorme gravité (nombreux morts et blessés).

II. 5 Notion d'accident

II. 5. 1 Accident

Selon OHSAS 18001 / ISO 45001, l'accident est un événement imprévu entraînant la mort, une détérioration de la santé, des lésions, des dommages ou autres pertes. [7]

II. 5. 2 Accident de travail (AT)

Définition 1 : « Considérer comme accident du travail tout accident ayant entrainé une lésion corporelle, imputable à une cause soudaine extérieurs et survenue au moment où la victime était sous la dépendance de son employeur habituel ou occasionnel ». [18]

Définition 2 : « Est considéré comme un accident du travail quelle qu'en soit la cause d'accident survenue par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre ou quelque lien que ce soit, pour un ou pour plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise ». [19]

D'âpres les définitions on déduit que: l'accident de travail est un événement indésirable qui survient dans un milieu de travail en temps de travail. Pour qu'il y ait accident de travail, deux conditions doivent être remplies ; il faut qu'il y ait un fait ayant entrainé une lésion immédiate ou différée ; que cet accident survienne à l'occasion ou par le fait du travail. [20]

II. 5. 3 Accident majeur

Accident majeur est un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement couvert par la présente directive, entraînant 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] [20]

II. 5. 4 Incident

Selon ILO-OSH 2001, Abréviation de "International Labour Organization – Occupational Health & Safety" (Organisation Internationale du travail* - Sécurité et Santé au travail). Incident est un évènement dangereux, lié au travail ou survenu au cours du travail, n'ayant pas entraîné de lésions sur une personne. [12] [21]

II. 5. 5 Presque accident

Cas où un accident a été évité de justesse. [10] [12]

Pour définir un presque accident, on voit avec ces définitions qu'on peut déjà dans un premier temps le situer dans une échelle de gravité. On dira ainsi que le presque accident est moins grave que l'incident ou l'accident (voire la figure II.8).

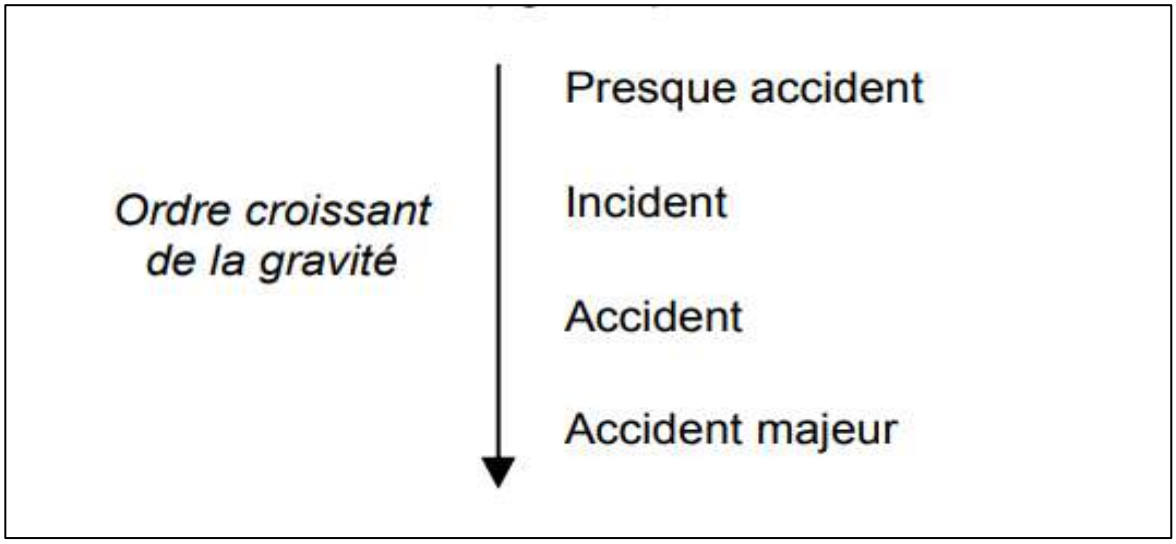


Figure II.8: Echelle de gravité des accidents [12]

Sur ce point, les triangles de Heinrich et de Bird (le triangle d'Heinrich a été établi en 1931) sont très souvent cités en référence dans le domaine de la relation entre les presque accidents, incidents et accidents. Le triangle montre une relation entre le nombre d'accidents entraînant des blessures graves, des blessures mineures ou aucune blessure. Bird a montré une relation entre le nombre de presque accidents signalés et le nombre d'accidents majeurs et a affirmé que la majorité des accidents pouvaient être prédits et évités par une intervention appropriée. La conclusion est qu'en réduisant le nombre d'accidents mineurs, les entreprises industrielles verraient une baisse corrélative du nombre d'accidents majeurs. La relation est souvent illustrée sous la forme d'un triangle ou d'une pyramide, comme le montre la figure suivante (voire la figure II.9) [10] [12]

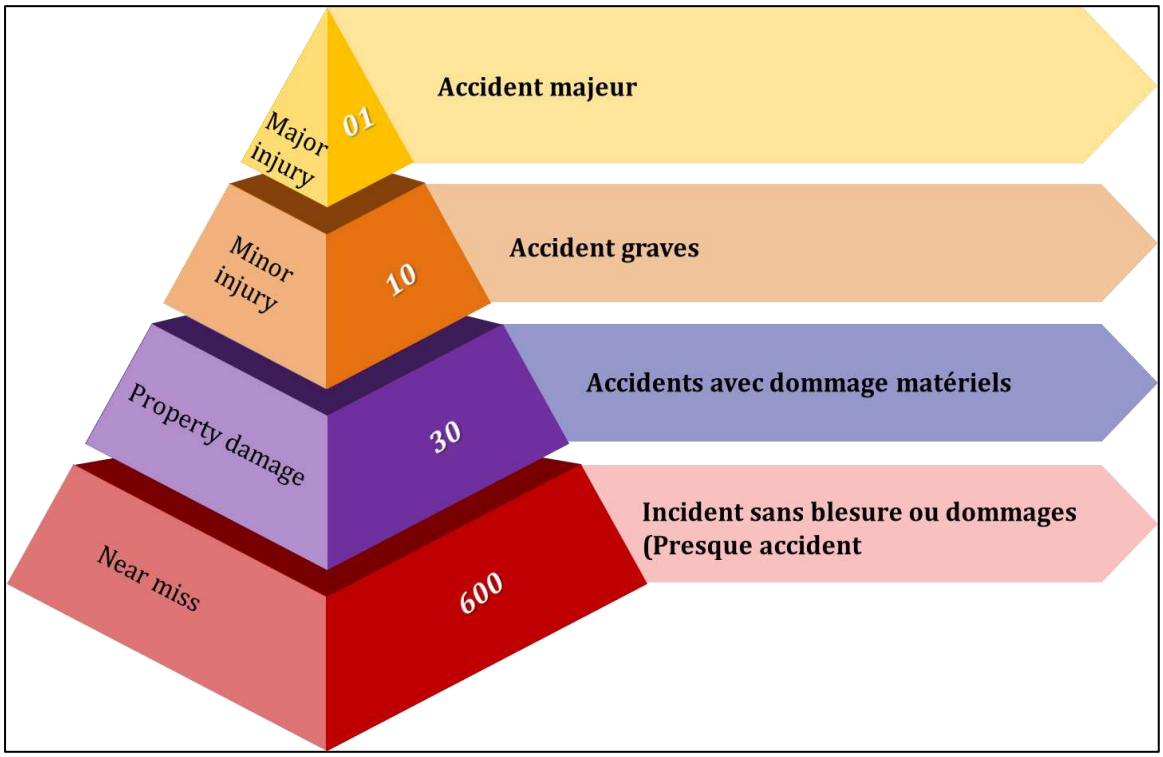


Figure II.9 : Le triangle de Bird [12]

Les chiffres sont des statistiques de tous les événements reportés dans un service ou une usine.

II. 6 Maladie professionnelle (MP)

La maladie professionnelle est toute détérioration de l'état de santé d'un salarié ayant un lien direct avec son activité physique ou ses conditions de travail. Elle résulte d'une exposition plus ou moins longue à un risque lié à son poste et à son environnement de travail.

Maladie professionnelle : D'après Jean Capul et Olivier Garnier, une maladie est professionnelle « si elle est la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque physique, chimique, biologique, ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle ». [20] [12]

II. 6. 1 Le lien entre l'accident et la maladie professionnelle

Un fait accidentel : il s'agit d'une action violente et soudaine d'une cause extérieure qui, à l'occasion du travail, est à l'origine d'une lésion corporelle. Donc le lien de causalité entre le travail et la lésion. (Voire la figure II.10) [19]

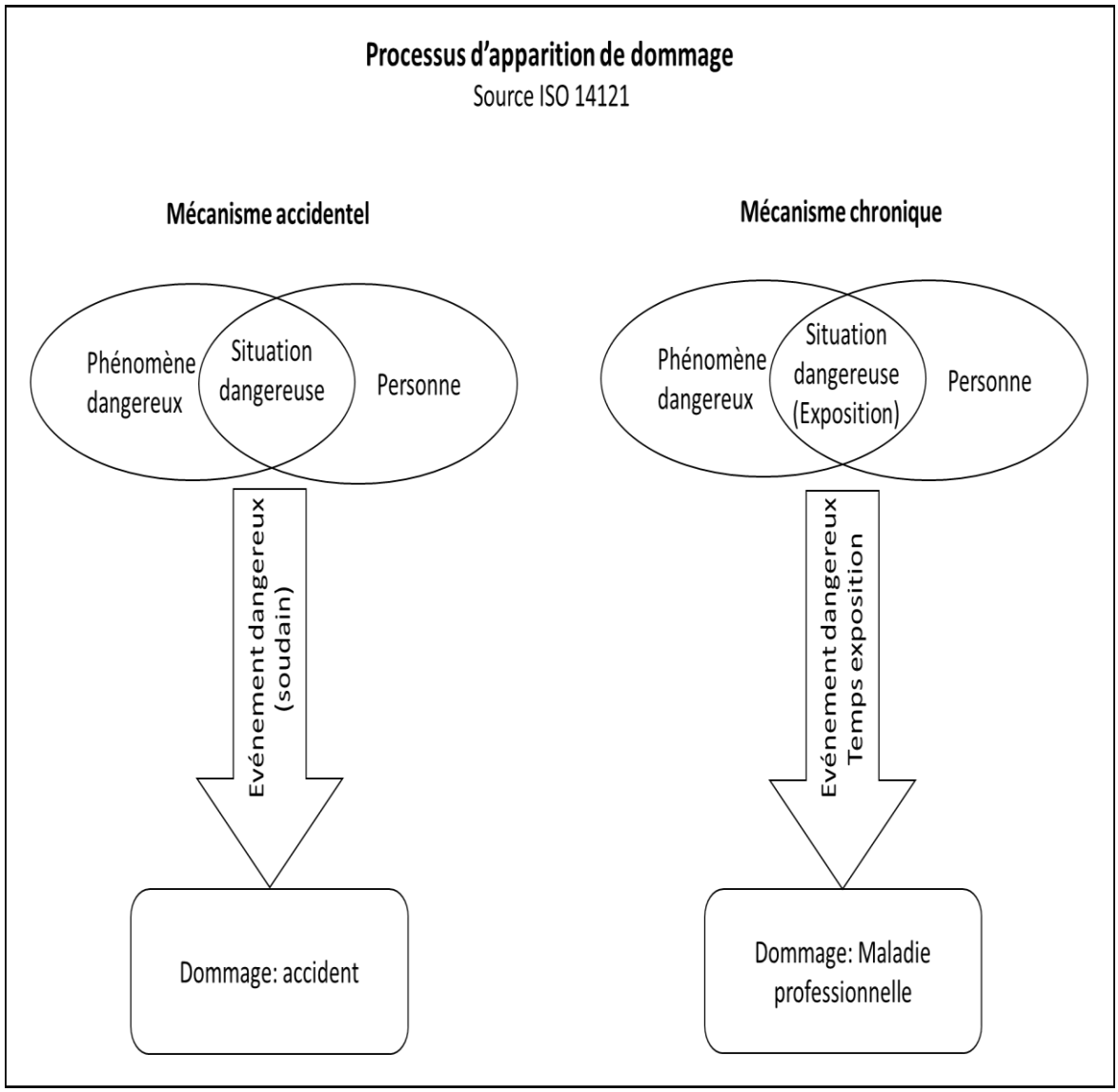


Figure II.10: Processus d'apparition de l'accident de travail et la maladie professionnelle

Le critère de soudaineté distingue l'AT de la maladie professionnelle (MP) caractérisée par l'absence de connaissance de la date de l'événement causal. Si la lésion soudaine a une origine et une date certaine, il y a accident. Il faut mettre en évidence un «fait précis survenu soudainement au cours ou à l'occasion du travail».

Il doit y avoir un lien qui unit la cause à l'effet : un lien entre la faute et le dommage. Le lien de causalité est donc le fait de pouvoir relier matériellement la faute et le dommage subi par la victime.

La durée d'exposition à un risque particulier (risque physique, chimique, biologique) joue un rôle fondamental dans le mécanisme d'apparition de la maladie professionnelle. Le travailleur

est exposé à certaines doses sont en relation avec l'exercice habituel d'une profession. C'est le mécanisme chronique

II.7 Méthodes D'évaluation de la Criticité

Deux formes d'évaluation de la criticité peuvent être rencontrées : évaluation subjective/objective et évaluation qualitative/quantitative.

L'évaluation subjective est effectuée par jugements d'experts en s'appuyant sur leur expérience et leurs connaissances. Quant à l'évaluation objective, elle est strictement tirée des études techniques (essentiellement par des statistiques) d'évènements qui se sont déjà produits (enquêtes, expérimentation). [7] [10]

S'agissant de la deuxième forme, l'évaluation de la criticité peut être effectuée de trois manières :

- Qualitativement
- Semi-quantitativement
- Quantitativement (Voire la figure II.11).

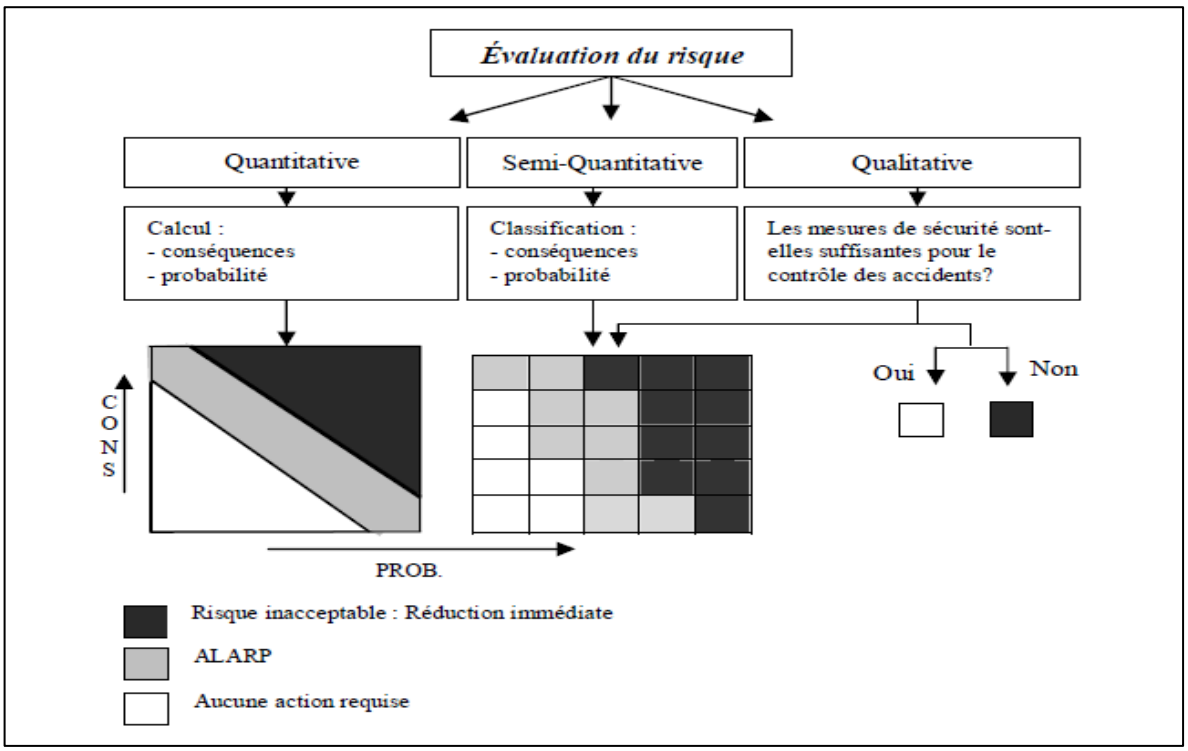


Figure II.11 : Classification générale des méthodes d'évaluation de la criticités des risques [DZI 06]

II. 7. 1 Évaluation Qualitative

L'évaluation qualitative de la criticité consiste à utiliser un système de classement qualitatif qui vise à caractériser les risques, sur la base des questionnaires, d'avis d'expert, d'échelles descriptives ou numériques pour décrire l'intensité des conséquences potentielles et la vraisemblance que ces conséquences se produisent. alors, L'étude qualitative : est descriptive et se concentre sur des interprétations. Les résultats sont exprimés avec des mots. Les méthodes qualitatives sont basées sur un jugement de conformité. L'application des méthodes d'analyse de risque qualitatives fait systématiquement appel aux raisonnements par induction et par déduction.

Le graphe de risque s'appuie sur l'équation suivante : R = f x C, où R est le risque en l'absence de systèmes relatifs à la sécurité f est la fréquence de l'événement dangereux en l'absence de systèmes relatifs à la sécurité. C est la conséquence de l'événement dangereux. [7] [10]

La fréquence de l'événement dangereux f est supposée être le résultat des trois facteurs suivants :

- La fréquence et la durée d'exposition dans une zone dangereuse ;
- La possibilité d'éviter l'événement dangereux ;
- La probabilité que l'événement dangereux se produise en l'absence de systèmes relatifs à la sécurité, c'est ce qu'on appelle la probabilité d'occurrence non souhaitée.

Finalement, nous obtenons les quatre paramètres de risque suivants :

- Fréquence et durée d'exposition au danger (F) ;
- Possibilité d'éviter l'événement dangereux (P) ;
- Probabilité de l'occurrence non souhaitée (W) ;
- Conséquence de l'événement dangereux (C).

II. 7. 2 Évaluation Quantitative

L'évaluation quantitative de la criticité repose sur un modèle mathématique qui conduit à une valeur numérique de criticité basé sur des valeurs numériques des probabilités, de la vulnérabilité et des conséquences pouvant correspondre au coût monétaire, au taux de mortalité ou d'invalidité, au taux de dégagement d'un produit dangereux... Cette évaluation peut se faire par des calculs de probabilités (par exemple lors de l'estimation quantitative de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté) ou bien par recours aux modèles

différentiels probabilistes, etc. C'est une tâche complexe, une série d'analyses et de calculs qui usent de divers modèles de simulation, particulièrement dans l'analyse des effets physiques, ce qui exige un software spécial. Alors : L'étude quantitative : permet de prouver ou démontrer des faits. Les résultats sont exprimés en chiffres.

Dans une évaluation quantitative sont évalués les dommages causés sur les personnes à l'aide de deux métriques le risque individuel et le risque sociétal. Les résultats issus de l'analyse quantitative doivent être représentés d'une façon relativement facile à comprendre et à utiliser. La présentation du risque réduit le volume d'information à une forme 'gérable', le résultat final peut être une valeur unique (indice du risque), une forme graphique (courbes, contours,…) [7] [10]

- Indice du risque sont des valeurs relatives sans aucune spécification de l'unité de mesure, leur signification dépend du contexte de la méthodologie de calcul.
- Mesure du risque individuel : C'est la mesure de la probabilité qu'une personne exposée de façon permanente au danger soit tuée. Il peut prendre la forme d'une valeur unique, d'une table de nombres, comme il peut être représenté sur une carte de localisation géographique par des courbes d'iso-risque individuel (contours).
- Mesure du risque sociétal : C'est la mesure de la probabilité qu'un groupe de personnes situées dans la zone d'effet d'un accident soit tué. Il peut prendre la forme d'une valeur unique, d'un ensemble nombres tabulés ou d'un graphe d'estimation du risque.

II. 7. 3 L'évaluation Semi-Quantitative

L'évaluation Semi-Quantitative de la criticité s'applique à la catégorisation des paramètres de risque (la fréquence et la gravité), et le 'score' final du risque est obtenu moyennant différentes méthodes. Deux types de données sont exploités : quantitatives (données de routine et données collectées pendant les enquêtes sur des petites et des grandes zones), et qualitatives (informations collectées de la part des différents informateurs au niveau de la communauté ou des acteurs impliqués dans le service). La méthode met l'accent sur la collecte et l'analyse intelligente de diverses données. [7] [10]

L'approche d'évaluation de la criticité est dite semi-quantitative, dans le sens où les probabilités d'occurrence d'un risque et les conséquences qui en découleraient sont classées dans des catégories dont les critères sont exposés à l'exploitant. Une analyse semi-quantitative ne donne pas les valeurs numériques, mais l'ordre d'importance : le premier de la liste est le plus abondant. Le second de la liste est moins abondant que le premier.

Cette approche peut être utilisée pour évaluer les risques liés aux processus, et permet de décrire la manière dont se développe un scénario d'accident. Elle comprend les étapes suivantes:

1. Identifier les scénarios d'accident et les événements de base pour chaque scénario
2. Associer à chaque scénario sa probabilité d'occurrence correspondante
3. Estimer la probabilité
4. Effectuer l'analyse des conséquences
5. Evaluer la criticité du risque comme étant la combinaison de la fréquence et de la gravité.

La méthode la plus répandue est la matrice de criticité. Il est utilisé pour évaluer, réduire les effets de ceux jugés critiques. La méthode utilise les paramètres suivants:

- la fréquence d'occurrence
- la gravité de ses effets

II. 8 Précaution, prévention et protection

II. 8. 1 Précaution

Prudence, prévoyance minutieuse que l'on observe pour éviter ou atténuer un mal, un inconvénient, un désagrément ultérieur pressenti.

Le principe de précaution est une disposition expose que malgré l'absence de certitudes, à un moment donné, dues à un manque de connaissances techniques ou scientifiques, il convient de prendre des mesures anticipatives de gestion de risques eu égard aux dommages potentiels sur l'environnement et la santé.

En l'absence de certitudes sur les phénomènes de base et sur l'existence du danger, le risque est hypothétique. Cependant, bien que non avéré, cela ne signifie pas qu'il peut être considéré comme très peu probable, voire négligeable. Il s'agit d'une possibilité identifiée de risque dont on ne connaît pas précisément encore la probabilité. Par conséquent, le champ d'application du principe de précaution serait, en théorie illimité.

Le principe de précaution trouve sa justification dans des situations d'incertitude scientifique et de dommages potentiellement irréversibles. Le principe de précaution correspond typiquement à des évènements que l'on ne peut pas probabilisés, avec des conséquences qui peuvent être très importantes. [7] [10] [20]

II. 8. 2. Prévention

Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux. (Voire la figure 12)

Prévention et précaution représentent deux approches de prudence face au risque: la prévention vise les risques avérés, ceux dont l'existence est démontrée ou suffisamment connue, de façon empirique, pour que l'on puisse en estimer la fréquence d'occurrence. Le fait d'être probabilisable rend le risque assurable. Exemples : le risque nucléaire, l'utilisation de produits tels que l'amiante, etc. [7] [10] [20]

II. 8. 3 Protection

Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant. [7] [10] [20]

La différence entre prévention et protection est que “prévention” est action de prévenir mesure à prendre pour éviter l'apparition de certains risques, c'est-à-dire éliminer la probabilité d'occurrence tandis que “protection” est action de protéger, de défendre quelqu’un, de veiller à ce qu’il ne lui arrive pas de mal, réduire la gravité des dommages (Voire la figure II.12).

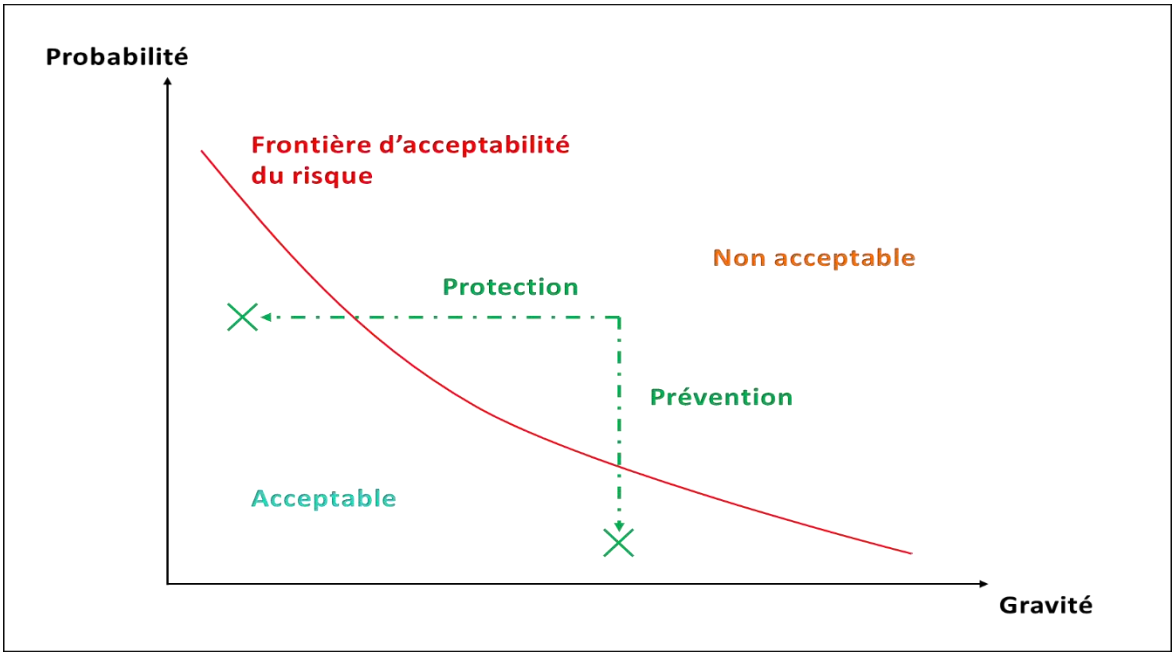


Figure II.12 : Prévention et Protection

II. 9 Conclusion

Ce chapitre a défini les notions de danger, de risque, d'accident et de maladie professionnelle. Afin de comprendre la relation entre eux, il était nécessaire d'utiliser le schéma de PAD. Le triangle de Bird montre la relation statistique des accidents, Cette approche avait pour fin le contrôle des pertes accidentelles dans l'entreprise. Concernant les méthodes d'évaluation de la criticité, les trois méthodes ont été classées et comparées entre elles. La problématique d'ordre de priorité se pose essentiellement pour la prévention et la protection. L'élimination de la probabilité de danger est proportionnelle à l'efficacité des mesures préventives, tandis que les mesures de protection réduisent la gravité du dommage.

Chapitre III

L’évaluation des risques professionnels (EVRP)

III. 1 Introduction

Le troisième chapitre est dédié dans sa totalité au l'évaluation des risques professionnels. Avant de traiter l'apport de cette démarche nous avons vu utile de faire d'abord une synthèse des étapes cette méthode à partir de sources théoriques et appliquées. Dans ce contexte et dans un premier temps, des enjeux d'EVRP feront l'objet d'une présentation détaillée. Dans un second temps, les cinq (05) étapes typiques d'EVEP seront également présentées. Ces étapes qui seront appliquées à SNUBBING au le cinquième chapitre.

III. 2 C'est quoi l'évaluation des risques professionnels (EVRP) ?

L'évaluation des risques professionnels (EVRP) constitue une étape cruciale de la démarche de prévention des risques professionnels en entreprise, elle en est le point de départ. L'EVRP est un examen méthodique, un diagnostic des activités, des risques et des moyens de contrôle. Une façon d'analyser et voir si des précautions suffisantes ont été prises ou des mesures supplémentaires sont nécessaires pour assurer une meilleure sécurité. Dans cette perspective, l'évaluation a priori des risques constitue un préalable à la définition des actions de prévention fondée sur la connaissance en amont des risques auxquels sont exposés les travailleurs. Elle vise à accroître la protection de la santé et de la sécurité des salariés, ainsi qu'à améliorer les conditions de travail au sein de l'entreprise.

III. 3 Pourquoi évaluer les risques professionnels ?

Au-delà de l'approche contrainte et légale, la politique de prévention des risques professionnels doit directement contribuer à diminuer les accidents du travail et des maladies professionnelles. De plus, elle améliore simultanément la santé et la sécurité des salariés ainsi que l'efficacité directe et indirecte de l'entreprise. (Voire la figure III.13) *[29] [38]*

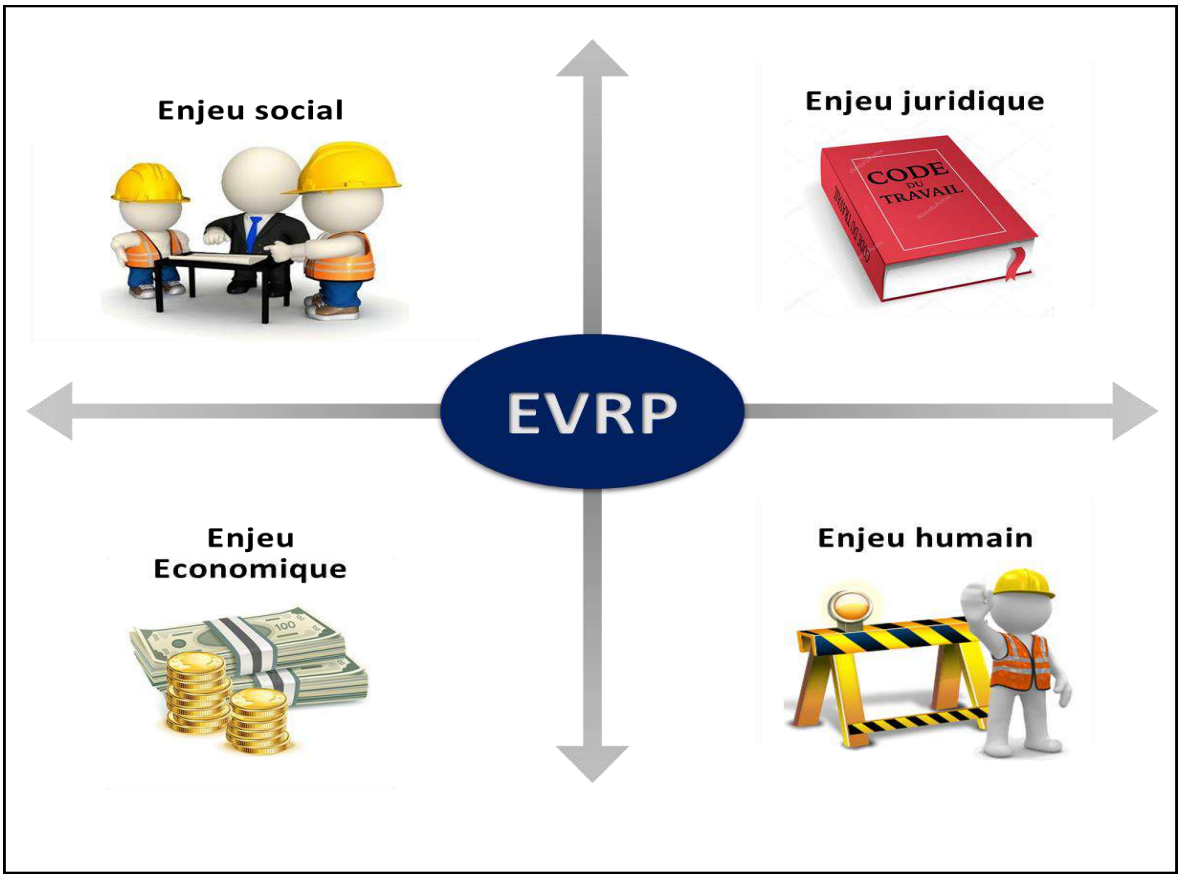


Figure III.13 : les enjeux principaux d'évaluation des risques professionnels

La mise en œuvre d'une politique de prévention s'appuie sur quatre enjeux principaux :

III. 3. 1 Juridique

Le contexte réglementaire impose à l'employeur de mettre en œuvre des principes généraux de prévention des risques professionnels en procédant à l'évaluation de ceux-ci. Par ses résultats attendus la démarche de prévention des risques professionnels permet la maîtrise de la responsabilité pénale de l'employeur mais aussi des salariés.

III. 3. 2 Humain

La démarche de prévention des risques professionnels consiste à prendre un ensemble de mesures afin d'identifier les situations à risque et de préserver la santé et la sécurité au travail des salariés. Dans ce cadre, l'entreprise doit mettre en œuvre toutes les conditions qui permettent de respecter l'intégrité physique et mentale des salariés et de limiter les conséquences sur la personne d'un accident du travail ou d'une maladie professionnelle. La démarche de prévention est un facteur de développement personnel et professionnel des

salariés de l'entreprise. Elle permet d'anticiper l'usure professionnelle, de maintenir en poste les salariés et de favoriser le bien-être au travail.

III. 3. 3 Economique

L'intégralité du coût direct des accidents du travail et des maladies professionnelles (indemnités journalières, frais médicaux et hospitaliers, rentes, …) est supportée par les entreprises au travers des cotisations de sécurité sociale. L'investissement dans la prévention, intégrée le plus en amont possible, a des conséquences économiques positives pour l'entreprise : Amélioration de la qualité de travail par de meilleures conditions de travail, diminution du coût direct des accidents du travail et des maladies professionnelles, diminution des pertes ou du manque à gagner pour l'entreprise.

III. 3. 4 Social

En garantissant la santé et la sécurité de ses salariés, l'entreprise créé les conditions d'un dialogue rénové. La mise en œuvre d'une politique santé, sécurité est l'occasion de renforcer et de renouveler le dialogue avec les salariés. L'image de l'entreprise, son climat social et sa performance s'en trouvent améliorés. [29] [39] [38]

III. 4 Les étapes d'évaluation des risques professionnels (EVRP)

L'évaluation des risques professionnels constitue l'étape initiale de toute démarche de prévention en santé et sécurité au travail. Le processus commence par la préparation et la collecte des informations nécessaires pour identifier les risques.
Il s'agit d'évaluer les risques en vue de les hiérarchiser et de les comparer à un niveau jugé acceptable. Cette évaluation revient à estimer chaque situation dangereuse identifiée, à la fois par rapport à la gravité de ses conséquences et par rapport à sa fréquence d'occurrence.

Ça suppose qu'il faut définir des échelles de cotation du risque en terme de fréquence et de gravité ainsi qu'une grille de criticité permettant la combinaison de ces deux paramètres et explicitant les critères d'acceptabilité retenus pour l'évaluation du risque. En vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles. Ceci est suivi d'un examen et d'un control de la mise en œuvre et du respect des mesures préventives.

L'EVRP est une démarche structurée dont les résultats sont formalisés dans un "document unique". Qui peut suivre les étapes suivantes : (voire la figure III.14) *[24] [27]*

1. Préparation de la démarche d'évaluation des risques
2. Détermination des unités de travail (Le découpage des unités de travail)
3. Identifications des dangers
4. Evaluation des risques
5. Déterminer et adopter les mesures préventives et les mettre en œuvre
6. Control, examen et réexamen

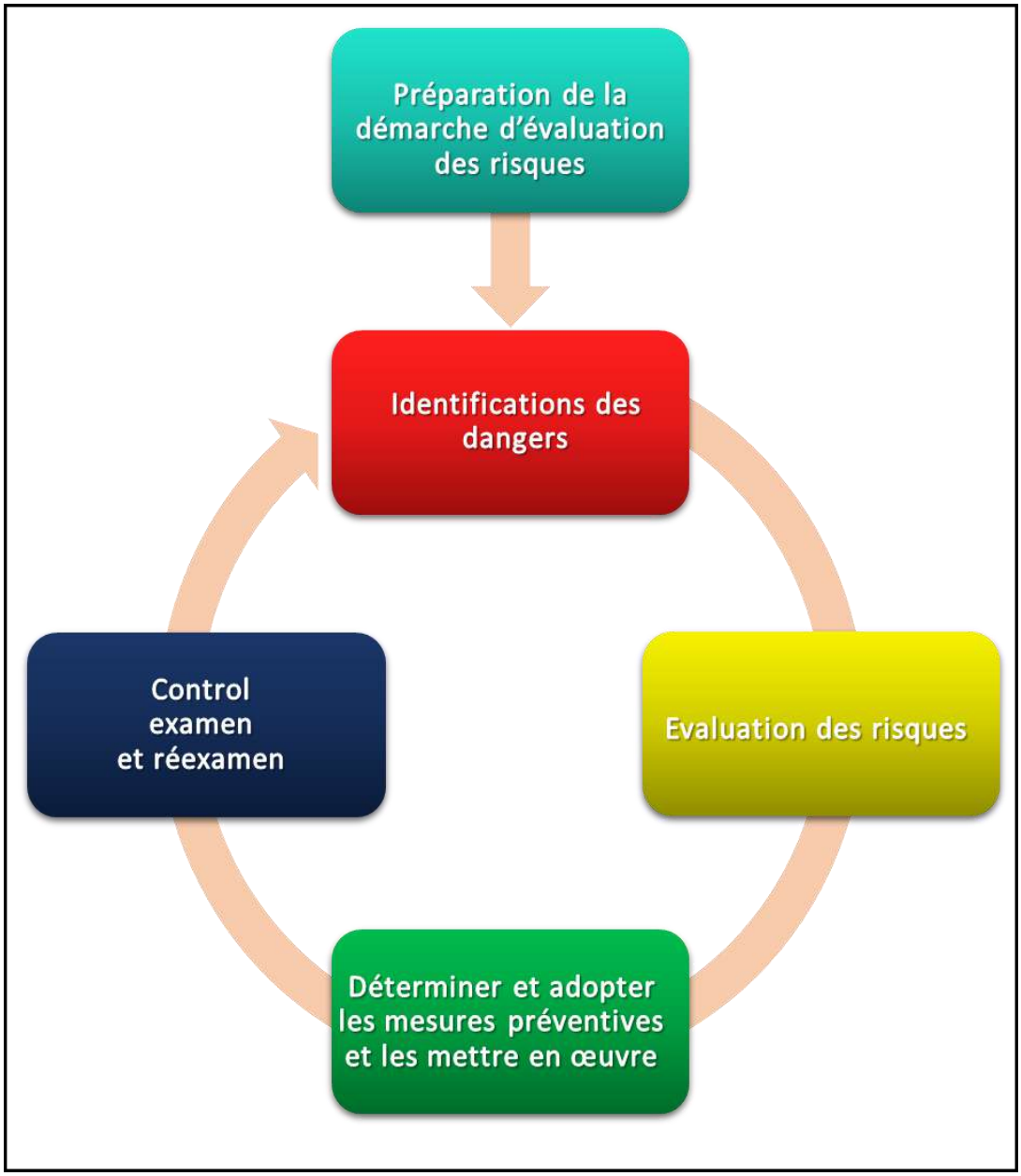


Figure III.14: Les étapes d'évaluation des risques professionnels (EVRP)

III. 4. 1 Étape 1 : préparation de la démarche et détermination les unités de travail

III. 4. 1. 1 Préparation de la démarche (les objectifs, les méthodes et les moyens)

a. Les objectifs

La démarche de prévention par une évaluation des risques professionnels a trois objectifs :

- ✓ identifier et réduire les risques qui pèsent sur le personnel de l'entreprise
- ✓ élaborer du programme de prévention annuel des risques professionnels
- ✓ accroître le niveau de protection de la santé et de la sécurité des personnels, ainsi qu'améliorer les conditions de travail

L'évaluation des risques professionnels. Il est la base d'une démarche visant l'amélioration continue de la sécurité et des conditions de travail. L'EVRP est une démarche structurée dont les résultats sont formalisés dans un document unique. *[22] [23] [24] [25] [27] [28]*

b. Le document unique d'évaluation des risques professionnels

Le Document Unique d'Évaluation des Risques professionnels (DUERP) est le résultat de l'évaluation des risques. C'est obligatoire dans toutes les entreprises dès l'embauche du premier salarié, quelle que soit sa taille.

Il y a trois exigences qui régissent le document unique:

- le DU doit lister et hiérarchiser les risques pouvant nuire à la sécurité de tout salarié. En ce sens, c'est un inventaire exhaustif et structuré des risques
- le DU doit également préconiser des actions préventives visant à réduire les risques, voire les supprimer. En ce sens, c'est un plan d'action.
- le document unique doit faire l'objet de réévaluations régulières (mise à jour)

Le document unique doit être tenu à la disposition :

- ✓ des salariés,
- ✓ des membres du CHSCT (comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail)
- ✓ du médecin du travail,
- ✓ des délégués du personnel
- ✓ de l'inspection du travail.

- ✓ des agents des services prévention des organismes de Sécurité sociale
- ✓ du procureur de la République en cas d'accident du travail *[22] [23] [24] [25] [27] [28]*

c. La forme

Le DUERP doit répondre à trois exigences : [22] [23] [25] [27]

1. de cohérence, en regroupant, sur un seul support, les données issues de l'analyse des risques professionnels auxquels sont exposés les personnels
2. de commodité, afin de réunir sur un même document les résultats des différentes analyses des risques réalisées sous la responsabilité du chef de service, facilitant ainsi le suivi de la démarche de prévention des risques de chaque service
3. de traçabilité, la notion de « transcription » signifiant qu'un report systématique des résultats de l'évaluation des risques doit être effectué, afin que l'ensemble des éléments analysés figure sur un support. Dans tous les cas, l'existence de ce support traduit un souci de transparence et de fiabilité, de nature à garantir l'authenticité de l'évaluation

d. Le contenu

Le document unique doit inclure :

- la méthode de travail retenue (préconisée ci-après)
- un inventaire identifiant les dangers, ou les facteurs de risques
- une analyse des risques, résultat des conditions d'exposition des agents à des risques ou à des facteurs de risques
- cette analyse doit être conduite par « unité de travail », unités éventuellement regroupées pour faciliter l'évaluation des risques professionnels, sans toutefois risquer d'occulter les particularités de certaines expositions individuelles. *[22] [23] [24] [25] [27]*

e. La mise à jour du document comporte quatre modalités d'actualisation

Idéalement la mise jour du Document unique est effectuée en continu et au minimum une fois par an.

Toutefois, ce délai peut être raccourci en cas :

- De décision d'aménagement important modifiant les conditions de santé et de sécurité des agents (transformation des postes de travail, modification de l'outillage, des

produits, de l'organisation du travail, de nouvelles compétences, de l'acquisition de nouvelle technologie...)

- actualisation lors de toute décision d'aménagement important modifiant les conditions d'hygiène et de sécurité, ou les conditions de travail. ou lorsqu'une information supplémentaire concernant l'évaluation d'un risque dans une unité de travail est recueillie (évolution des connaissances scientifiques, survenue d'accidents du travail, de maladies à caractère professionnel, ou une évolution de la réglementation). *[22] [23] [24] [25] [27] [28]*

f. Constitution du comité de pilotage

La démarche d'EVRP se fonde sur des connaissances complémentaires d'ordre médical, technique, juridique et organisationnel. Tant au stade de l'identification des risques qu'à celui de l'élaboration d'une stratégie de prévention.

La contribution des professionnels internes (médecins de travail, RH..) peut se traduire par des observations écrites (rapports…) ou éventuellement par une participation aux travaux du groupe. La pluridisciplinarité est étendue aux acteurs tels que les ateliers (mécanique, maintenance...) dans le cadre de diagnostics ou d'expertises techniques, etc. C'est pourquoi il institue un comité de pilotage ou groupe de travail (en fonction de la taille de l'entreprise) qui pilotera la démarche. Le groupe de travail est constitué d'une équipe pluridisciplinaire. Il se compose généralement des membres suivant:

- responsable d'HSE et représentant CHSCT ou conseiller de prévention qui, suivant ses compétences, peut être pilote du projet
- le médecin de travail
- représentant de services opérationnels
- représentant de services des ressources humaines
- représentant de services logistique et technique
- chef d'atelier, chef de postes... si nécessaire
- tout agent expert sollicité ponctuellement

D'une manière générale, le comité de pilotage devra être composé au minimum d'une personne compétente disposant des connaissances nécessaires à la réalisation de l'évaluation des risques, et de gens qui ont une connaissance pratique du milieu de travail, tels que: Les employés « terrain », qui réalisent la tâche quotidiennement et qui travaillent de près avec les machines, doivent également être impliqués. Lors d'identification des dangers, ce sont eux

qui fourniront des éléments clés quant aux habitudes de travail, aux mauvaises postures, aux voies d'accès, etc. Leur expérience vaut de l'or dans ce processus d'amélioration des méthodes de travail.

L'EVRP doit donc être un projet d'entreprise et demande la participation de plusieurs employés, de tous les niveaux hiérarchiques.

Le comité de pilotage responsable de réaliser l'évaluation des risques professionnels des risques a les missions et les rôles suivants

- ✓ appliquer l'évaluation des risques professionnels
- ✓ valider la composition du groupe de travail, les méthodes de travail et les moyens nécessaires
- ✓ surveiller la conduite de l'évaluation des risques professionnels
- ✓ Proposer des actions de prévention des risques, et suivre son application
- ✓ suivre l'évolution des tâches et contrôle le respect du programme d'actions en découlant
- ✓ Définition / suivi des grandes étapes et échéances associées
- ✓ S'assurer que le projet ne dérive pas, qu'il reste en phase avec les objectifs initiaux.
- ✓ Validation des étapes clés en donnant son feu vert pour passer à la suivante. *[22] [23] [24] [25] [27] [35]*

III. 4. 1. 2 Détermination les unités de travail

a). Une unités de travail

Cette notion d'unité de travail doit être comprise au sens large, afin de recouvrir les situations très diverses d'organisation du travail. On entendra par unité de travail tous ensembles (organisationnels, techniques et humains) où sont employés un ou plusieurs agents à une tâche donnée, de manière habituelle ou non.

Définir les unités de travail revient à découper virtuellement l'entreprise en plusieurs ensembles. Chaque ensemble regroupe des salariés qui sont exposés à des risques similaires ou qui rencontrent des conditions homogènes d'expositions aux risques. Les ensembles ainsi identifiés sont alors appelés "unités de travail".

Son champ peut s'étendre à un poste de travail, à plusieurs types de postes occupés par les agents ou à des situations de travail, présentant les mêmes caractéristiques… De même, d'un point de vue géographique, l'unité de travail ne se limite pas forcément à une activité fixe,

mais peut aussi bien couvrir des lieux différents (chantiers, transports…). Lors du découpage en unités de travail, il faut veiller à ne pas oublier les activités annexes, ne participant pas directement au processus (nettoyage, réglage, évacuation des déchets, maintenance, etc).

Plusieurs critères peuvent être appliqués pour définir les unités de travail en fonction de la configuration de l'entreprise ou de l'établissement en question :

- unités géographiques : lieux différents selon la nature de l'activité (administration, ateliers, magasins…)
- unités « métiers » : une unité par fonction présentant des risques spécifiques
- unités hiérarchiques : directions, services…
- unités produits : une unité par produit conçu, traité ou analysé
- unités processus *[24] [25] [26] [27] [35]*

b). Repères méthodologiques

Le découpage des unités de travail se réalise par le groupe de travail, la démarche concerne tous les salariés : *[26]*

- Les titulaires du poste de travail
- Les salariés polyvalents
- Les salariés qui travaillent occasionnellement dans l'unité de travail mais aussi les salariés qui travaillent à proximité

c). L'avantage de découper l'entreprise en unités de travail [26]

Le découpage en unité de travail est prépondérant pour une approche organisationnelle d'évaluation des risques. Il permet :

- D'identifier le rapport entre individu, risque et conditions de réalisation du travail (en intégrant les dimensions temps, lieu et organisation du travail)
- D'installer la prévention au plus près du salarié et de consolider son rôle d'acteur de la prévention
- D'instruire les conditions d'expositions aux risques non liées à des dangers: le statut du salarié (intérimaire ou sous-traitant) peut conditionner son niveau de connaissance des risques professionnels et donc son exposition à ces derniers

Pour l'entreprise, la démarche permet de n'oublier aucun salarié, de tendre à un inventaire exhaustif des risques professionnels, de planifier une démarche d'évaluation des risques.

III. 4. 2 Etape 2 : Identifications des dangers

L'identification des risques est la deuxième étape d'évaluation des risques professionnels, Il s'agit de repérer les dangers et d'analyser les risques. *[29] [24] [25] [27] [28] [32] [35]*

- Repérer les dangers, c'est mettre en évidence les propriétés intrinsèques d'un équipement, d'un agent chimique ou biologique généré par les activités ou utilisé dans le travail, et susceptibles de causer un dommage à l'intégrité physique et/ou mentale des salariés. C'est également à cette étape que sont repérés les facteurs de pénibilité.
- Analyser les risques, c'est se prononcer sur les conditions d'exposition des salariés à ces dangers et aux différents facteurs de pénibilité dans l'entreprise

Pour chaque activité identifiée, le groupe de travail doit connaitre l'activité pour pouvoir recenser les dangers, leurs conséquences afin de les hiérarchiser selon leurs gravités. Cette analyse des activités et tâches peut s'appuyer sur différentes méthodes (5 M, AMDEC…). L'important est de collecter toutes les informations nécessaires afin de pouvoir évaluer les risques. Cette étape repose sur l'analyse complète des documents et archives des rapports d'une part, le suivi et l'observation le travail réel d'autre part. Différentes méthodes d'identification des risques, Il s'agit notamment :

La première méthode consiste à collecter et à recenser les informations existantes sur les risques, par s'appuyer sur les fichiers suivants:

- Les dossiers de la médecine du travail, les maladies professionnelles (MP), les registres d'infirmerie et des premiers secours
- Les registres des accidents du travail (AT), des incidents et des presque accident
- Les questionnaires, les check-lists, tool-box, safety meeting et l'audit.
- les fiches de données de sécurité (FDS) des produits chimiques
- instructions, guides d'utilisation et manuels du fabricant
- les propositions issues des contrôles de l'inspection du travail (IT)
- tests d'exposition (hygiène du travail, comme l'exposition au bruit, polluants ou aux substances ou produits chimiques)

- Les rapports de vérification (électricité, pression et conformité des machines…) l'état des bâtiments, des installations, des équipements, des matériels, etc.
- Les résultats des essais (échantillonnage de l'air du lieu de travail, écouvillonnage microbiologique, etc.
- les comptes rendus des instances représentatives du personnel
- renseignements, publications, mises en garde, etc. publiés par département HSE, la médecine de travail ou les organismes gouvernementaux
- Les comptes rendus des réunions du CHSCT
- résultats de toute analyse de la sécurité des tâches et toute documentation en matière de santé et sécurité au travail

La seconde étape est de repérer et d'identifier dans chaque unité de travail, tous les dangers auxquels peuvent être exposés les salariés. En effet, la pertinence de l'évaluation des risques professionnels repose en grande partie sur la prise en compte des situations concrètes de travail, dit « travail réel » qui se différencie de la description théorique du travail. Ce travail est suivi d'observations complémentaires sur le terrain pour mieux comprendre les conditions d'exposition aux risques. Pour cela il faut donc:

- l'écoute des salariés sur leur situation de travail, les questionner sur leurs méthodes de travail et les demander de décrire les situations dangereuses. Parler aux travailleurs : ce sont eux qui connaissent le mieux leur travail et ses dangers.

- L'observation des situations réelles de travail, du processus. Déterminer et analyser toutes les tâches réalisées

- Examiner tous les aspects du travail et tenir compte des activités irrégulières comme la maintenance, les réparations ou le nettoyage.

- Examiner l'environnement physique, l'équipement, le matériel, les produits, etc. utilisés.

- Tenir compte de la façon d'exécuter les tâches.

- Examiner l'organisation ou l'exécution du travail (tenir compte de l'expérience des personnes qui exécutent le travail, des systèmes utilisés, etc.)

- Examiner les conditions inhabituelles prévisibles (ex. répercussions possibles sur les procédures de contrôle de danger qui pourraient ne pas être applicables en situation d'urgence, lors d'une panne, etc.).
- Examiner les risques pour les visiteurs ou le public.
- Tenir compte des groupes de personnes pour lesquels le niveau de risque peut être différent, comme les jeunes travailleurs ou les travailleurs sans expérience, les personnes handicapées, les nouvelles mères ou les femmes enceintes.

Par ailleurs, dans les différentes situations de travail, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- Quels sont les dangers ?
- Les salariés y sont-ils exposés ?
- Quelle est la durée d'exposition ?
- Quelle est la fréquence d'exposition ?
- Quelles sont les conditions d'exposition ?
- Quelle est la gravité des dommages potentiels ?
- En fonction des différents lieux de travail, quels sont les dangers apparents et ceux camouflés?

Ces éléments permettent d'obtenir une identification des risques ayant déjà fait leur apparition au sein de l'entreprise.

III. 4. 3 Etape 3 : l'évaluation des risques professionnels

Il s'agit à cette étape d'estimer les risques qui ont été identifiés dans la phase précédente. C'est un processus de comparaison du risque estimé avec des critères de risque donnés, classer les risques permet de déterminer quels sont les risques inacceptables qu'il faut hiérarchiser par ordre de priorité. Pour estimer, le groupe de travail doit définir des critères d'évaluation que sont la probabilité d'occurrence (fréquence) et la gravité du dommage. Il faut évaluer dans quelle mesure le danger peut provoquer un accident ou une maladie, le niveau de gravité de cet accident ou de cette maladie et la fréquence à laquelle les salariés y sont exposés. Et choisir le type de la méthode d'évaluation (qualitative, semi quantitative ou quantitative), et ce, en fonction du risque obtenu.

Parmi les méthodes les plus utilisées pour évaluer les risques est la matrice de criticité. Une matrice des risques est un outil qui permet de déterminer le niveau de criticité d'un risque. Cette matrice est mise en place dans le cadre d'un projet dont les risques doivent être évalués en vue de les maîtriser. *[27] [28] [29] [30] [32] [33] [35]*

Pour évaluer les risques professionnels doit :

- ✓ Déterminer les critères de probabilité et de gravité à l'aide d'échelles de cotation
- ✓ Estimer la fréquence d'occurrence de risque et évaluer la gravité de dommage
- ✓ Définir les critères d'acceptabilité du risque
- ✓ Classer et hiérarchiser les risques potentiels, évaluer leur criticité et les représenter graphiquement sur la matrice de criticité

III. 4. 3. 1 Estimation de la probabilité d'occurrence ou de la fréquence d'exposition

Le risque se caractérise par sa probabilité d'occurrence, autrement dit, la fréquence de sa survenue. Les probabilités sont regroupées dans des plages prédéfinies en appliquant une correspondance quantitative/ qualitative. Toutefois, le terme probabilité est généralement conservé. La norme ISO 14971 (2000) évoque le fait qu'«une bonne description qualitative est préférable à une inexactitude quantitative». Ceci provient en particulier de la difficulté d'estimer ces fréquences (retour d'expérience, techniques d'analyse ou de simulations, avis d'experts, etc.). [6] *[24] [30] [33]*

Les quatre (04) niveaux de fréquence d'occurrence utilisables pour une estimation qualitative sont montrés dans la figure suivante (Voire la figure III.15)

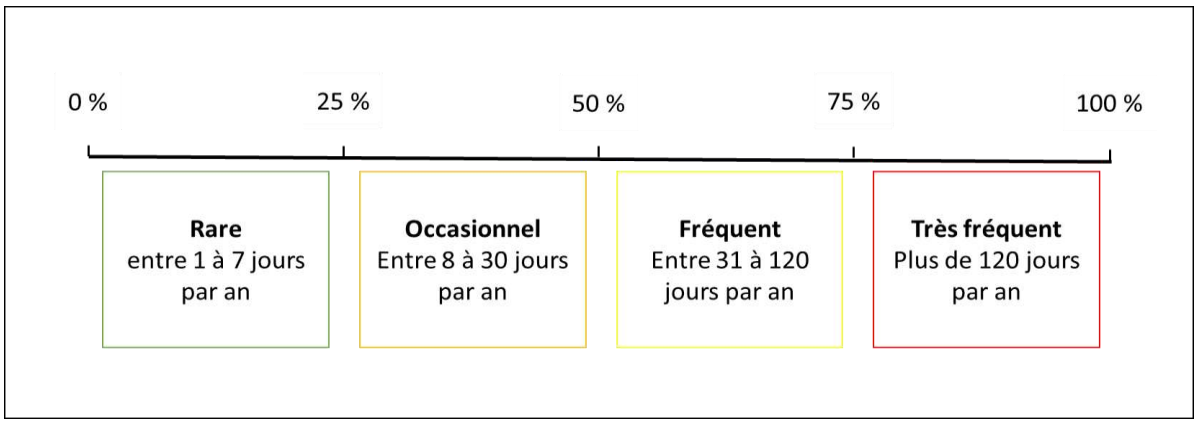


Figure III.15 : les différents niveaux de fréquence d'exposition au risque

Pour déterminer le niveau de fréquence il faut utiliser les deux systèmes: une fréquence en nombre d'occurrences et une fréquence en durée d'exposition, pour cela on se pose les questions: « Pendant combien de temps un salarié est-il exposé ? » et « Combien de fois un salarié est-il exposé ? ».

La fréquence est estimée en jours ou en pourcentage comme suit :

- F4 : fréquence d'exposition Très fréquent (+ 120 j par an ou 75 à 100% sur l'année)
- F3 : fréquence d'exposition Fréquent (31 à 120 jours par an ou 50 à 75% sur l'année)
- F2 : fréquence d'exposition Occasionnel (8 à 30 jours par an ou 25 à 50% sur l'année)
- F1 : fréquence d'exposition Rare (1 à 7 jours par an ou 0 à 25% sur l'année)

Après avoir déterminé les critères de fréquence d'exposition au risque, Ils sont placés dans un tableau, Afin de les incorporer dans la matrice de criticité avec le niveau de gravité. (Voir le tableau 1) *[22] [30] [31] [33] [37]*

Tableau III.1 : Tableau de cotation de la fréquence d'exposition au risque

Approche qualitative	Au niveau de la grille de criticité	Approche semi-quantitative	Signification
Rare	F1	1 à 7 ou 0 à 25 %	Exposition pouvant survenir au maximum une fois à sept (7) fois par an ou peu vraisemblable ou jamais rencontrée
Occasionnel	F2	8 à 30 ou 25 à 50 %	Exposition pouvant survenir au maximum plusieurs fois par an (8 fois à 30 fois) sur le lieu de travail
Fréquent	F3	31 à 120 Ou 50 à 75 %	Exposition pouvant survenir au maximum 31 à 120 fois a par an sur le lieu de travail
Très fréquent	F4	> 120 Ou 75 à 100 %	Exposition pouvant survenir au maximum plus de 120 fois par an sur le lieu de travail

Chaque entreprise peut utiliser ses propres critères adaptés

III. 4. 3. 2 Evaluation de la gravité de dommage

La gravité se définit comme la conséquence probable, en cas de survenue d'un risque. Il existe 4 niveaux de gravité : *[6] [24] [30] [33]*

- Niveau 1 : Mineurs
- Niveau 2 : Sérieux
- Niveau 3 : Grave
- Niveau 4 : Très grave

La gravité peut être définie sur une échelle telle que celle illustrée a la figure (Voire la figure 16)

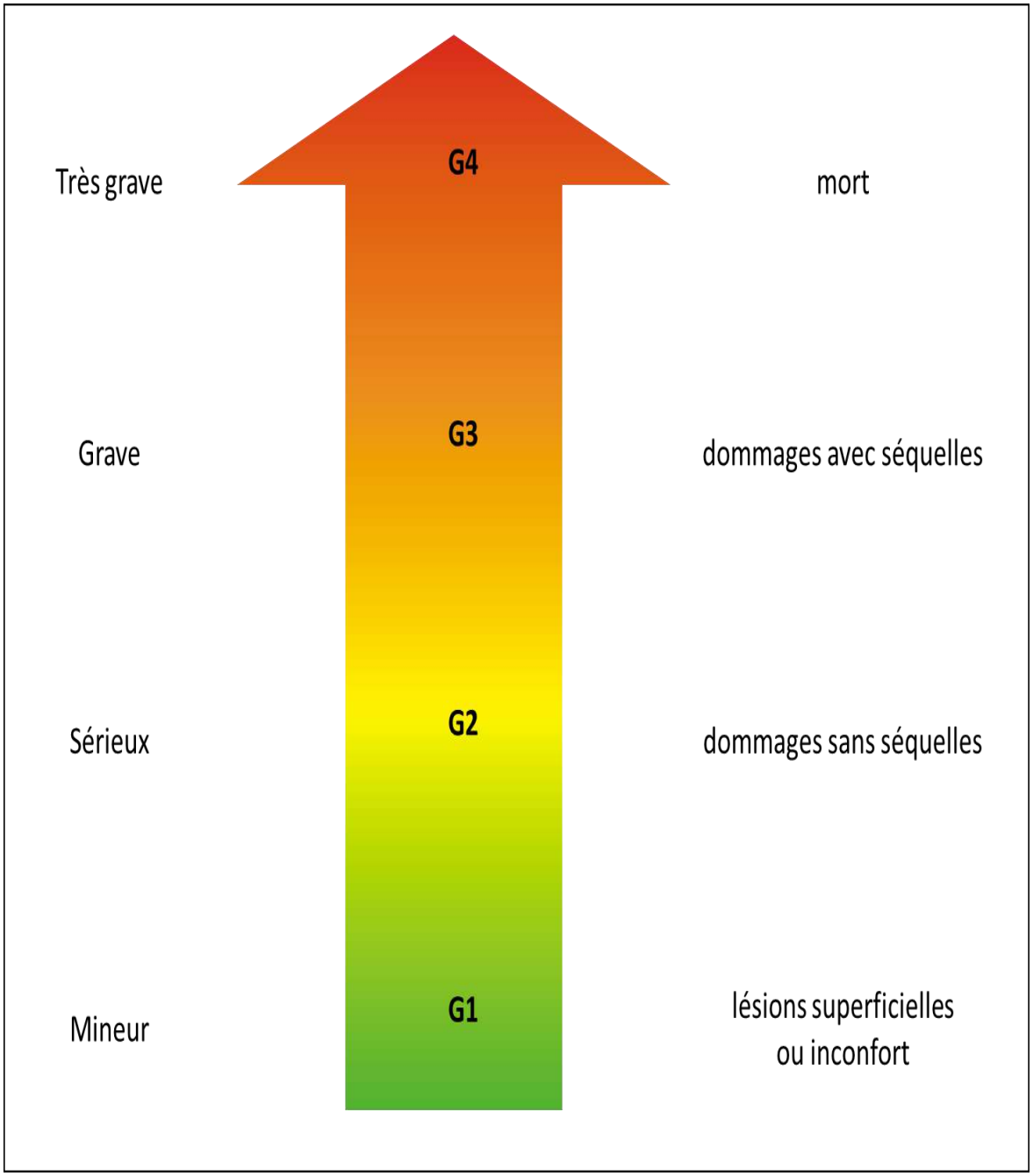


Figure III.16 *: L'échelle de gravité*

Les échelles choisies peuvent être modifiées par les structures afin de s'adapter à leur réalité.

La gravité du risque est déterminée en fonction du type d'accidents et de maladies professionnelles pouvant survenir chez la personne. Les conséquences estimées des niveaux

de gravité (G1, G2, G3, G4) ainsi déterminées seront inscrites dans le tableau suivant (Voire le tableau III.02) *[22] [30] [31] [33] [37]*

Tableau III.02 : Echelle de gravité de dommage

Niveau de gravité	Description qualitative	Signification
G1	Mineurs	lésions superficielles ou inconfort Accident sans arrêt de travail (coupure légère, hématome brûlure superficielle)
G2	Sérieux	dommages avec conséquences réversibles accident ou maladie avec arrêt de travail mais sans séquelle d'aucune sorte (foulure, entorse, lumbago, brûlure, …)
G3	Grave	conséquences irréversibles, dommages avec séquelles (fractures, coupures profondes, électrisation, …)
G4	Très grave	mort perte d'intégrité physique permanente ou invalidité permanente absolue (paralysie, amputation, cancer, …)

III. 4. 3. 3 Evaluation de la Criticité du risque

La criticité combine fréquence et gravité. Alors, le croisement des niveaux de fréquence d'exposition et de de gravité des dommages estimées précédemment permet d'obtenir une cotation qui doit aider à déterminer le niveau de criticité comme indiqué dans la matrice ci-dessous.

Il est possible d'adopter un système numérique basé sur la multiplication des critères **F x G.**

On attribue alors à chaque niveau de fréquence et de gravité un certain nombre de points, la criticité étant le produit des deux. La couleur est définie en fonction de seuils sur le produit. *[24] [30] [33]*

En général, trois (03) niveaux de criticité sont adoptés :

- Niveau 1 : Risque acceptable
- Niveau 2 : Risque critique
- Niveau 3 : Risque inacceptable

La matrice de criticité prend souvent la forme d'une grille bidimensionnelle. Sur l'axe vertical, on mentionne la fréquence ou la probabilité d'occurrence des événements. Sur l'axe horizontal, on reporte leur gravité des dommages. Les risques qui tombent dans le quadrant à haute fréquence et fort impact sont les plus menaçants. Ils font l'objet d'une attention prioritaire par les décideurs. (Voire la figure III.17) [6] *[22] [33] [37] [29]*

Risque = Fréquence x Gravité

			Gravité du dommage			
			G1 Mineurs	G2 Sérieux	G3 Grave	G4 Très grave
			1	2	3	4
Fréquence d'exposition	F1 Rare	1	1	2	3	4
	F2 Occasionnel	2	2	4	6	8
	F3 Fréquent	3	3	6	9	12
	F4 Très fréquent	4	4	8	12	16

permet de fixer des priorités d'action

score de niveau de risque	Code de couleur	description	Priorité
9 à 16		Inacceptable	P1
5 à 8		Critique	P2
1 à 4		Acceptable	P3

Figure III.***17 :*** Matrice de la criticité

Un code couleur est utilisé pour définir le niveau de risque au travers d'une grille. L'interprétation de cette grille permet de diviser les zones à risque en trois (03) catégories (voire le tableau III.03)

Tableau III.03 : code de couleur de risque

Couleur du risque	signification	explication
Zone Rouge	inacceptable	le risque est très fréquent et doté d'une forte gravité. Ces derniers vont d'invalidité permanente absolue aux décès humains. il est nécessitent des actions correctives immédiates.
Zone Orange	critique	La zone intermédiaire correspond aux risques moyens, qui doivent généralement être traités au cas par cas. Des actions de maîtrise doivent être prises, avec un degré d'urgence moindre par rapport à la zone rouge. Cette zone de transition est généralement nommée « ALARP (As Low As Reasonably Practicable) : une action est mise en place si son ratio coût/bénéfice est intéressant, c'est-à-dire que le risque peut être ramené à un niveau aussi bas qu'il est raisonnable sans induire des coûts supplémentaires prohibitifs.
Zone verte	acceptable	il représente des espaces ou le risque présente une fréquence et une gravité très réduites. Les évènements catastrophiques ici sont rares et les dégâts sont facilement réparables. Des actions de maintenance doivent généralement être définies mais dans des proportions très raisonnables

La matrice de criticité n'est pas complète si le risque jugé acceptable n'est pas séparé de celui jugé inacceptable. Et chaque entreprise définit et adopte son propre scénario de criticité. Les actions seront priorisées selon le niveau de criticité obtenu en tenant compte des mesures de protection existantes.

ENSP utilise sur une grille de criticité spéciale (voire l'annexe 1)

III. 4. 4 Etape 4 : Déterminer et adopter les Préventives et les mettre en œuvre

La quatrième étape consiste à déterminer et adopter les mesures correctives et/ou Préventives. Il va de soi que toutes les mesures ne pourront être mises en œuvre simultanément: il faut donc établir un ordre de priorité en tenant compte de la gravité du risque et de ses conséquences. Il faut aussi déterminer les personnes pouvant s'occuper de la mise en œuvre, le temps que cela va prendre et déterminer un délai de mise en œuvre.

Le but du traitement des risques consiste à mettre en place des barrières afin de diminuer la fréquence ou la gravité afin que le risque soit acceptable. On parle alors de risque résiduel qui doit être le plus faible possible. Nous pouvons distinguer 3 types de barrières pour gérer les erreurs:

- les barrières de prévention permettant d'éviter que les défaillances se produisent
- les barrières de récupération permettant de détecter la défaillance après sa survenue mais avant que l'évènement indésirable ne se réalise

Les barrières de prévention et de récupération ont pour but de diminuer la fréquence du risque mais n'ont aucune incidence sur la gravité.

- Les barrières d'atténuation ou de protection ont pour but de diminuer les conséquences d'un risque lorsqu'il ne peut être évité. Les barrières de protection diminuent la gravité mais n'ont aucune incidence sur la fréquence du risque.

Le programme de prévention traduit le passage du diagnostic à l'action. Après hiérarchisation, voire priorisation, l'action consiste au choix et à la mise en place des différents dispositifs de prévention, Il n'est pas toujours facile de choisir la méthode de prévention appropriée. Chaque programme doit être spécialement conçu pour répondre aux besoins particuliers du milieu de travail. Il n'y a donc pas deux programmes identiques. Il repose sur hiérarchisation des contrôles des risques et les neufs (09) principes généraux de prévention.

Si l'évaluation des risques montre qu'il existe un risque potentiel, ces risques doit contrôlés. Il existe plusieurs moyens de limiter l'exposition des travailleurs au risque. Certains de ces moyens sont plus efficaces que d'autres. Lorsque toutes ces différentes méthodes de control des risques sont regroupées dans un graph, allant du moyen le plus efficace au moyen le moins efficace de contrôler le danger, le graph décrit la «hiérarchie des contrôles de sécurité». *[27] [28] [29] [30] [32] [33] [35] [37]*

III. 4. 4. 1 La hiérarchie des contrôles de sécurité

La hiérarchie des contrôles de sécurité décrit les étapes à suivre, et dans quel ordre, pour minimiser ou éliminer les risques. C'est un outil formidable par sa simplicité et son efficacité. Il a été utilisé pour déterminer comment mettre en œuvre des solutions de contrôle réalisables et efficaces. *[38]*

L'idée derrière cette hiérarchie est que les méthodes de contrôle en haut du graphique sont potentiellement plus efficaces et protectrices que celles en bas. Le respect de cette hiérarchie conduit normalement à la mise en œuvre de systèmes intrinsèquement plus sûrs, où le risque de maladie ou de blessure a été considérablement réduit. (Voire la figure III.18)

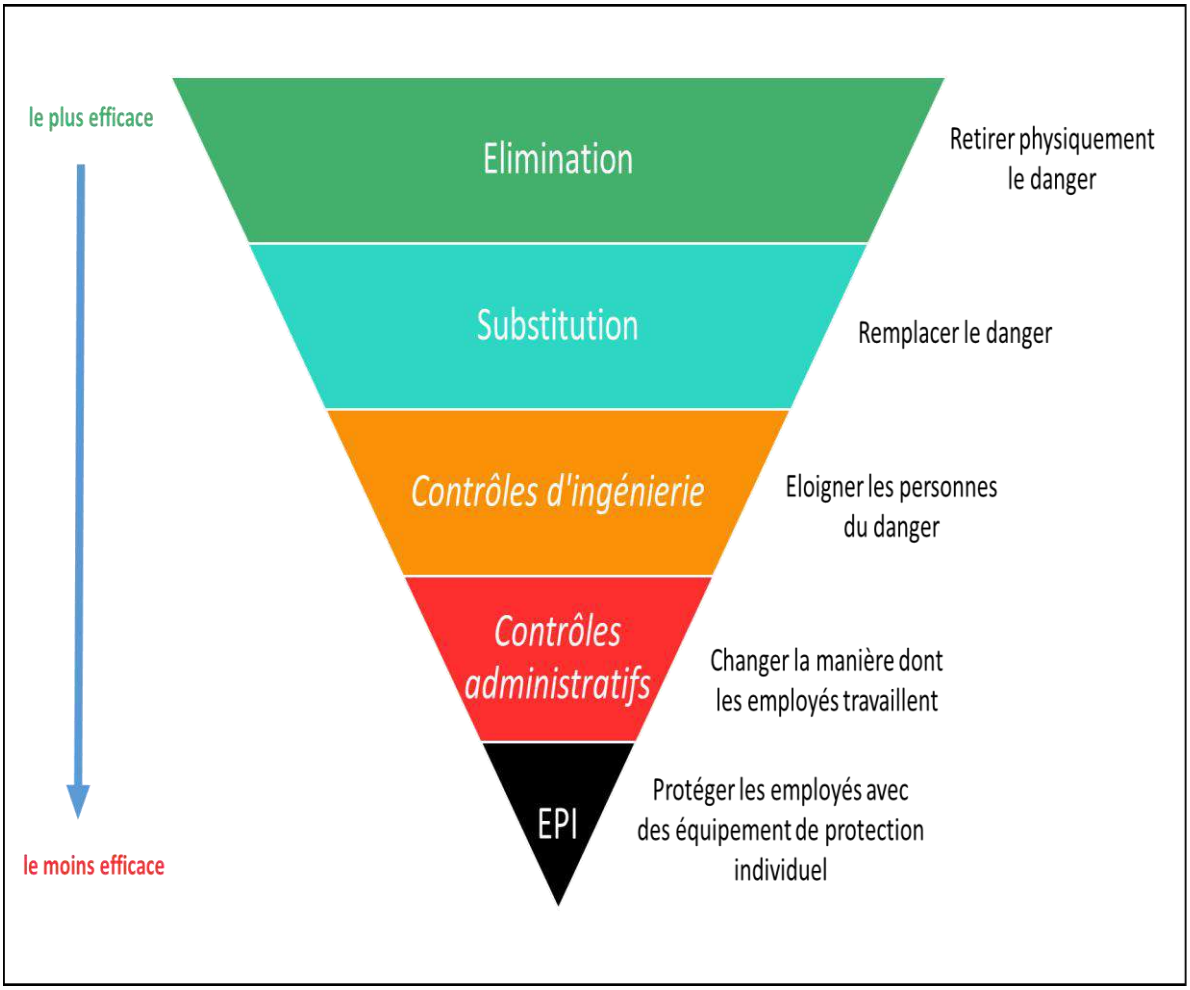


Figure III.18: La hiérarchie des contrôles de sécurité

La hiérarchie de contrôle comprend les étapes dans le tableau suivant :

Tableau III.04: La hiérarchie des contrôles de sécurité

priorité	Control des dangers	signification
1	Élimination	L'élimination est le premier et la meilleure manière de contrôle les risques. Cela signifie que le danger a été retiré. Puisqu'il n'est plus présent. Le but recherché dans cette approche est de supprimer physiquement les risques de l'espace de travail, il se produit lorsqu'un processus ou une activité est évité parce que le risque associé est trop élevé. Ainsi, toute condition dangereuse présente sur le site devra tout simplement être éliminée. Elle a également tendance à être le plus difficile à mettre en œuvre dans un processus existant. Si le processus en est encore au stade de la conception ou du développement, l'élimination et la substitution des dangers peuvent être peu coûteuses et simples à mettre en œuvre. Pour un procédé existant, des changements majeurs dans l'équipement et les procédures peuvent être nécessaires pour éliminer ou remplacer un danger.
2	Substitution	Lorsqu'une nouvelle substance ou un nouveau produit chimique qui est moins dangereux est utilisé au lieu d'un autre, on parle de substitution. Cette méthode stipule de remplacer l'équipement, l'outil ou le machine dangereux par un autre qui l'est moins. Toutefois, Il faut s'assurer que le matériau de substitution ou le nouvel produit ne cause aucun effet néfaste. Autrement dit, lors de la substitution, il faut faire très attention de ne pas remplacer un risque par un autre. Avant de décider de substituer un produit, toutes les conséquences de ce choix et les risques potentiels du nouveau produit doivent être pris en compte. Par exemple, une machine peut être indispensable à la réalisation d'une tâche et peut s'avérer être source de bruits insupportables, de radioactivité ou de vibrations potentiellement nuisibles à son utilisateur. Le remplacement vous permettra de proposer à la direction un équipement capable de faire exactement le même travail et qui soit moins dangereux que le premier.
3	contrôles d'ingénierie	Le troisième moyen le plus efficace de contrôler les dangers est la mise en œuvre de contrôles d'ingénierie. Ceux-ci n'éliminent pas les dangers, mais isolent plutôt les gens des dangers. Car ils sont conçus pour éliminer le danger à la source, avant qu'il n'entre en contact avec le travailleur, comment? Ces méthodes

		visent à garder le risque « à l'intérieur » et le travailleur « à l'extérieur » (ou vice versa), Il est basé sur l'utilisation de l'isolement et de l'enceinte. L'isolement éloigne géographiquement le procédé à risque de la majorité des travailleurs. Et l'enceinte crée une barrière physique entre le personnel et les risques, comme l'utilisation d'équipements contrôlés à distance. Les mesures d'ingénierie sont une façon très fiable de prévenir l'exposition des travailleurs, tant que les mesures sont conçues, utilisées et maintenues adéquatement.
4	Contrôles administratifs	Si la solution technique ne la met pas en œuvre, il est important de mettre en place des contrôles administratifs. Les mesures administratives limitent l'exposition des travailleurs aux risques par la mise en place d'autres « règles ». Ces mesures de prévention comportent de nombreuses limites, car le danger n'est pas éliminé ou réduit. Les contrôles administratifs modifient la façon dont les gens travaillent. Les changements de procédure, la mise à jour des politiques de l'entreprise et la mise en œuvre de programmes de formation des employés. Ils peuvent inclure l'installation de panneaux et d'étiquettes d'avertissement. Ils représentent les règles, les instructions de travail et autres informations documentées capables de donner un cadre bien défini au travail. Les mesures administratives implémentées une procédure de travail qui traite d'une activité, du temps de travail et de la gestion du temps d'exposition, de la gestion des efforts et de la prise en compte de la fatigue, du type de matériel exigé pour la tâche en question…
5	Équipements de protection individuelle	Cette méthode figure au bas de la liste. C'est la forme la plus basique de protection car elle est directement sur l'opérateur et dépend de nombreux facteurs pour être efficace. L'équipement de protection individuelle agit comme barrière entre la personne qui les porte et le produit chimique ou la matière. L'EPI est le moyen le moins efficace de contrôler les dangers en raison du risque élevé d'endommagement qui rend l'EPI inefficace. Elle ne devrait jamais être le seul moyen utilisé pour réduire l'exposition sauf dans certains cas bien précis, car l'ÉPI peut « faire défaut » (cesser de protéger le travailleur) sans avertissement. Peu importe le type d'ÉPI utilisé, il est essentiel qu'un programme d'ÉPI complet soit en place.

III. 4. 4. 2 Les neufs principes généraux de prévention

Une mesure de contrôle est simplement les mesures que vous allez prendre pour éliminer un danger ou au moins le réduire à un niveau bas. Certaines mesures de contrôle peuvent déjà être en place. Vous devrez décider si des mesures supplémentaires sont nécessaires. Lorsque vous décidez des contrôles, vous devez tenir compte des principes généraux de prévention. Il s'agit d'une hiérarchie de contrôles qui définissent la manière de gérer les dangers. L'accent devrait être mis sur l'élimination du danger, afin que les gens soient protégés. Les neufs principes généraux de prévention sont résumés comme suit, dans l’ordre indiqué : *[29] [36]*

1) Éviter les risques

Il s’agit de supprimer les risques ou de les réduire en privilégiant dans tous les domaines les procédés, produits, équipements, etc., les moins dangereux et en limitant le nombre de travailleurs exposés au risque.

2) Évaluer les risques qui ne peuvent être évités

Lorsque certains risques ne peuvent être supprimés, l’employeur doit les évaluer et apprécier leur nature et leur importance afin de déterminer les actions à mener pour assurer la sécurité et garantir la santé des travailleurs.

3) Combattre les risques à la source

La sécurité doit faire partie intégrante de la conception des machines, des modes opératoires, des lieux de travail. Il faut intervenir en amont du processus de travail. C’est le principe de la sécurité intégrée.

4) Adapter le travail à l’homme

Il s’agit de la conception des postes de travail ainsi que du choix des équipements et des méthodes de travail et de production, en vue, notamment, de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire leurs effets sur la santé.

5) Tenir compte de l’évolution de la technique

L’employeur doit s’informer sur l’évolution des techniques pour mettre en place des moyens de prévention techniquement adaptés sans attendre une évolution de la réglementation.

6) Remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l’est pas ou l’est moins

Dans tous les domaines, les outils, produits ou procédés dangereux doivent, quand c'est possible, être remplacés par un équivalent présentant moins de risques, voire aucun.

7) Planifier la prévention

Cette planification intègre, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'environnement. En cas d'intervention de plusieurs entreprises sur un même lieu, celles-ci doivent planifier la prévention en commun dans le cadre d'une organisation temporelle et programmée.

8) Donner la priorité aux mesures de protection collective

Les équipements de protection individuelle ne doivent être utilisés qu'en complément des protections collectives ou s'il ne peut exister de protection collective efficace.

9) Donner les instructions appropriées aux travailleurs

L'employeur est tenu d'informer tous les salariés sur les risques qu'ils encourent et sur les mesures prises pour y remédier. Il doit assurer une formation à la sécurité et la renouveler périodiquement.

III. 4. 5 Etape 5 : examen, control et réexamen

Après que les mesures de prévention aient été mises en oeuvre, il faut examiner et contrôler si elles ont été exécutées et si les délais d'exécution des mesures ont été respectés.

Il s'agit non seulement de vérifier si les risques ont pu être éliminés ou écartés entièrement ou s'ils ont pu être diminués de façon à pouvoir les maîtriser mais aussi si aucun nouveau risque n'a été créé suite à l'application des mesures. Un rapprochement avec la mission d'Inspection, d'audit et d'investigation permettra d'enrichir la mise à jour de l'évaluation des risques et le programme de prévention. *[28] [29] [32] [33] [35]*

III. 4. 5. 1 L'inspection

Les inspections des lieux de travail aident à prévenir les incidents, les blessures et les maladies. Grâce à un examen critique du lieu de travail, les inspections aident à recenser et à signaler les risques afin que des mesures correctives soient prises. Les comités de santé et de sécurité au travail peuvent aider à planifier, à effectuer et à surveiller les inspections et à produire des rapports à cet égard. Les inspections régulières du lieu de travail constituent un volet important du programme général de santé et de sécurité au travail et du système de gestion, le cas échéant.

Les inspections sont importantes car elles vous permettent de :

- ✓ Mieux connaître des travaux et des tâches.
- ✓ Identifier les dangers existants et potentiels.
- ✓ Déterminer les causes sous-jacentes aux dangers.
- ✓ Recommander des mesures correctives.
- ✓ Faire le suivi des mesures prises pour éliminer les dangers ou contrôler les risques (p. ex. les contrôles techniques, les contrôles administratifs, les politiques, les procédures, l'équipement de protection individuelle).

Il existe trois autres types de rapports d'inspection :

- Les rapports d'inspection courante

  Les inspections courantes sont effectuées continuellement par les surveillants et les travailleurs dans le cadre des responsabilités liées à leur travail. Elles permettent d'identifier des conditions dangereuses et de les corriger immédiatement ou de les rapporter afin que des mesures correctives soient prises. La fréquence de ces inspections

varie en fonction de la quantité des équipements utilisés et de leur état. Les vérifications journalières effectuées par les utilisateurs assurent que l'équipement répond à des exigences minimales de sécurité.

- Les rapports de vérification préalable

  Les vérifications préalables sont des inspections d'équipement ou de processus nouveaux ou auxquels on a apporté des modifications. Elles sont souvent effectuées pendant les heures de fermeture.

- Les rapports d'inspection périodique

  Les inspections périodiques sont des inspections régulières et planifiées de composants critiques d'équipement ou de systèmes associés à un risque élevé de blessure ou de maladie grave. Elles font souvent partie de procédures d'entretien préventif ou de programmes de prévention des dangers. Les lois et les règlements peuvent préciser que des personnes qualifiées ou compétentes doivent inspecter certains types d'équipement, comme les tuyauteries sous pression, les échafaudages et les extincteurs à des moments déterminés du processus de travail et à des intervalles réguliers

III. 4. 5. 2 Investigation

Il faut surveiller et examiner toutes les mesures préventives en place pour aider à contrôler les risques et pour éviter les accidents et les incidents de se produire

Les résultats de l'investigation peuvent constituer la base des actions préventives de l'accident et pour améliorer votre gestion globale des risques. Cela indique également les domaines de l’évaluation des risques qui doivent être examinés puis corrigés.

Une investigation efficace nécessite une approche méthodique et structurée de la collecte, de la compilation et de l'analyse des informations

III. 4. 5. 3 Audit

L'audit est un processus systématique, indépendant et précisément documenté permettant de recueillir des informations objectives pour déterminer dans quelle mesure les éléments du système observé satisfont aux exigences des référentiels du domaine concerné.

Il s'attache notamment à détecter les anomalies et les risques associés dans les organismes et secteurs d'activité qu'il examine en consultation. Auditer une entreprise ou un service consiste

notamment à écouter les différents acteurs pour comprendre et faire évoluer le système en place. *[34]*

L'audit réglementaire HSE consiste à évaluer la conformité de l'entreprise aux exigences réglementaires HSE qui la concerne. L'audit de sécurité définir comme : « … une forme d'analyse des risques et d'évaluation dans laquelle une investigation systématique est menée dans le but de déterminer de quelle manière les conditions sont réunies pour le développement et l'implémentation d'une politique de sécurité efficace ». Grâce à cette démarche, il est possible d'obtenir une « photographie » de la situation de conformité d'un ou plusieurs site(s) à un instant donné et de détecter des opportunités d'amélioration. Pour les industriels, connaître sa situation de conformité réglementaire constitue la base du travail de tout responsable HSE.

III. 5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le cadre général de notre travail, à savoir, l'évaluation des risques. Nous avons d'abord repris la procédure de préparation du démarche d'EVRP, et la méthodologie d'identification des risques pour estimer leur probabilité d'occurrence et leur gravité de dommage puis hiérarchiser et classer ces risques dans une grille de criticité par les échelles de cotations de gravité et de fréquence. Ensuite nous avons présenté les différentes approches d'évaluation de la criticité et d'acceptabilité. Nous nous sommes concentrés principalement sur la matrice de criticité et d'acceptabilité laquelle s'intègre dans le cadre des méthodes qualitatives et semi-quantitatives. Nous avons choisi les neuf principes de prévention qui montrent comment prendre des mesures préventives et protectrices.

Chapitre IV

SNUBBING

IV. 1 Introduction

Le quatrième chapitre commence par une description des puits de pétrole du point de vue de la géologie avec un aperçu de la pression, le facteur le plus influent dans le puits.

Dans ce chapitre l'intérêt est porté sur SNUBBING en tant qu'activité, en la définissant et en montrant l'importance des services qu'il rend aux puits de pétrole d'une manière générale. Il contient également l'appareil de SNUBBING, ses types et tous ses équipements. Et enfin, on parle du dispositif de sécurité pour contrôler la pression du puits.

IV. 2 Formation du pétrole ou du gaz

Le pétrole est formé par l'accumulation de masses énormes de débris organiques microscopiques au fond des mers et des deltas et leur transformation par l'action de bactéries anaéorobies. Ce processus prend plusieurs dizaines de millions d'année et résulte en la génération du kérogène qui est un composé formé de carbone et d'hydrogène. Le kérogène se trouve disséminé dans une couche géologique appelée roche-mère. L'enfouissement de la roche-mère à des profondeurs supérieures à 1000m provoque une deuxième transformation par craquage des molécules sous l'effet de la forte pression et de la forte température. Des hydrocarbures liquides (et/ou gazeux) sont formés qui, grâce à leur faible densité, migrent vers la surface et peuvent être piégés dans une roche-réservoir. Ils forment alors un gisement de pétrole (ou de gaz). La roche-réservoir est une roche poreuse et perméable qui contient le pétrole et de l'eau de mer fossile ; elle doit être surmontée d'une roche imperméable (roche-couverture) pour bloquer la migration des hydrocarbures. (Voire la figure IV.19) [22] [23] [24]

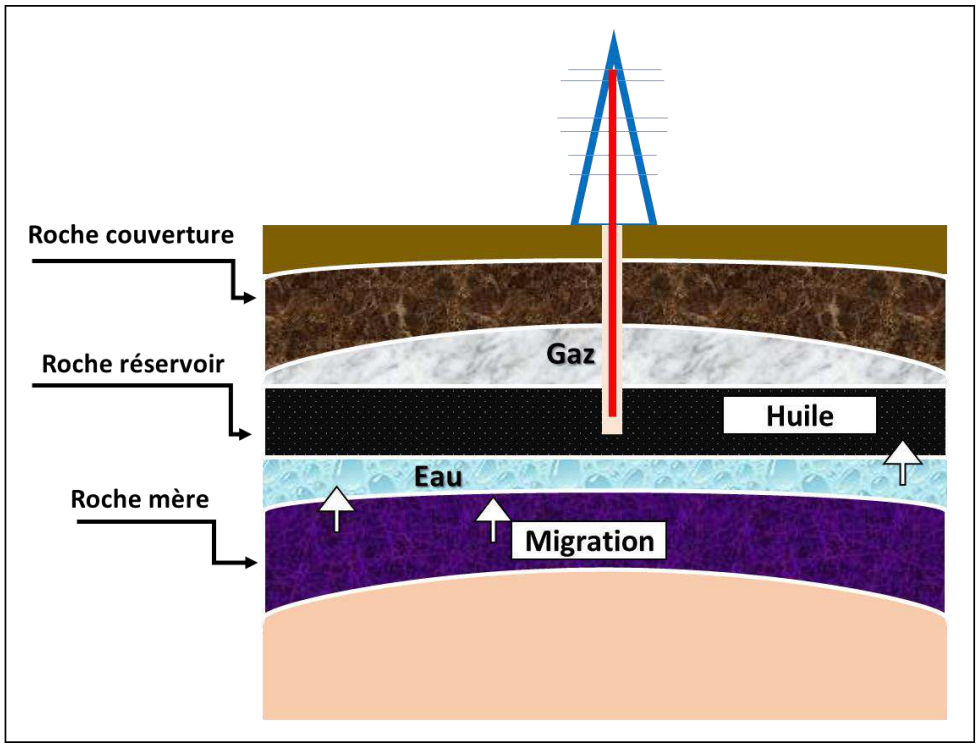


Figure IV.19 : Les gisements potentiels d'hydrocarbures

IV. 3 Concepts de pression

Le terme pression est défini comme la force exercée par unité de surface, l'unité de pression du champ pétrolifère est PSI. Les différents termes de pression utilisés dans le contrôle du puits sont expliqués ci-dessous : (Voire la figure IV.20)

IV. 3. 1 La pression hydrostatique (Hydrostatic Pressure HP)

La pression exercée par le poids de la colonne de fluide). La pression exercée par une colonne statique de fluide en raison de sa densité, ou il peut être nommé comme la pression en raison de l'effet statique d'une colonne de fluide. La pression hydrostatique augmente ou diminue en fonction des deux variables suivantes:

- la densité du fluide
- la hauteur verticale (TVD) de la colonne

IV. 3. 2 La pression de la formation (Formation Pressure FP)

La pression de l'huile dans les espaces poreux de la formation, la pression de formation ou pression interstitielle est la pression exercée par les fluides emprisonnés dans les pores de la formation.

IV. 3. 3 La pression du fond de puit (Bottom Hole Pressure BHP)

La pression totale exercée au fond du puits Alors, ces pressions affectent le puits, il est défini comme la somme totale de toutes les pressions, c'est-à-dire statiques. Surface ainsi que la pression dynamique exercée au fond du puit. (Voire la figure IV.20) [25] [26] [24] [27]

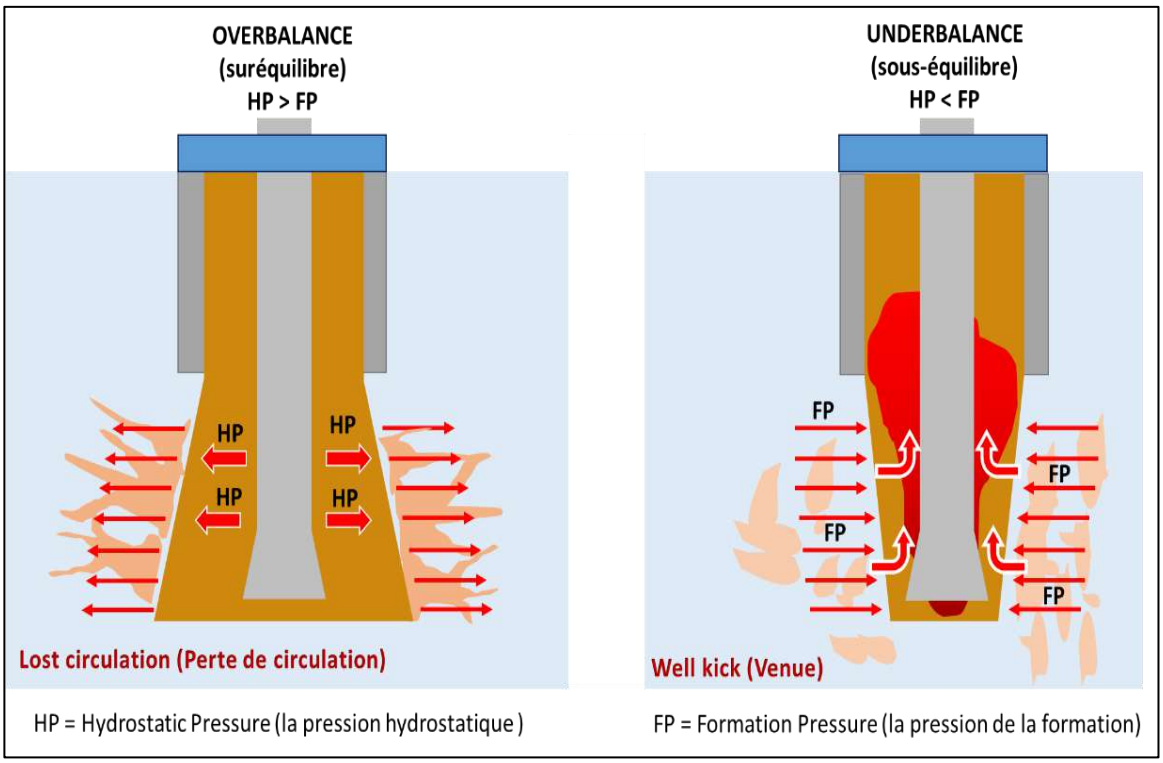


Figure IV.20: schéma montré les puits sous-équilibre et suréquilibre Source : Drilling cours

Un puits est équilibré lorsque la pression hydrostatique dans un puits est égale à la pression de la formation. Si la pression hydrostatique dans un puits est supérieure à la pression de la formation, le puits est suréquilibré (overbalanced), cela conduit à une perte de circulation, comme dans la plupart des opérations de forage conventionnelles.

Dans le cas de "overbalance", il s'agit d'un problème de contrôle de puits dans lequel la pression de la formation est supérieure à la pression hydrostatique. Dans ce cas, la plus grande pression de formation tend à pousser les fluides de formation dans le puits provoquant un écoulement inattendu et indésirable. Ce phénomène dangereux est connu sous le nom "venue", en anglais "kick".

Les venues involontaires, s'ils ne sont pas détectés et traitées correctement, conduisent à des éruptions (blowout). Une éruption est l'écoulement incontrôlé des fluides de formation à la surface.

Les opérations d'intervention sur puits tels que SNUBBING, WIRELINE, COILED TUBING... sont souvent conduites dans des conditions sous-équilibrées (underbalanced), c'est-à-dire des puits dans lesquels la pression de formation est supérieure à la pression hydrostatique. [28]

IV. 4 SNUBBING

IV. 4. 1 Historique de SNUBBING

Les unités SNUBBING ont été conçues pour fonctionner avec des tubes dans un puits sous pression. Les premières unités de SNUBBING, développées dans les années 1920, étaient des unités mécaniques ou assistées par gréement. Puis dans les années 1950, les unités de vérins hydrauliques ont été développées.

On s'est vite rendu compte que les unités hydrauliques de SNUBBING pouvaient effectuer de nombreux autres services de réparation de puits en tant que plate-forme autonome. Alors travailler sous pression dans le tubing de production (donc sans tuer le puits). Elle est cependant aussi utilisée à la manière d'un appareil de forage conventionnel, sur puits mort.

SNUBBING effectuer des opérations dans des situations de contrôle de puits lorsque les méthodes conventionnelles qui ne fournissent pas de force, de résistance et de durabilité ne peuvent pas être utilisées. Pour cette raison, SNUBBING est devenue une unité de reconditionnement hydraulique (Hydraulic Workover Unit -HWO). [28] [22] [29]

IV. 4. 2 Définition de SNUBBING

SNUBBING: arrêt abrupt, d'une aussière; curage sous pression; opération au câble sous pression, technique d'intervention sur un puit non neutralisé par introduction d'éléments tubulaires sous pression. [30] [31]

Le SNNUBING est une opération préventive sur les puits avant qu'elle soit curative. cette technique utilisée pour manœuvrer les tubes obturés, grâce à l'utilisation de BOP, il permet de tirer ou faire passer le tuyau sous pression à travers lui car un équipement spécial est utilisé pour appliquer une force externe pour pousser le tuyau dans le puits, ou pour contrôler le mouvement du tuyau hors du puits. [33] [24]

IV. 4. 3 Principe et domaine d'application

SNUBBING permet de descendre dans un puits en pression une tubulaire munie en son extrémité d'un clapet anti-retour en utilisant un dispositif de manœuvre et un système d'étanchéité appropriés. Il utilise des tubes de type tubing que l'on raccorde classiquement par vissage les uns aux autres au fur et à mesure que l'on descend dans le puits. L'unité de SNUBBING offre donc une meilleure capacité de débit, une meilleure résistance à la traction

et une meilleure capacité de rotation ainsi que la possibilité de mettre du poids sur l'outil. Par contre la manœuvre est plus longue du fait de la nécessité de visser les tubes et compte tenu de la procédure de passage des raccords à travers le système d'étanchéité en tête de puits. [28] [32] [22] [29] [33] [24]

La mise en œuvre d'une telle unité requiert du personnel spécialisé comprenant en général un chef d'unité et trois ou quatre personnes par équipe. SNUBBING est une opération à risque qui requiert un matériel en excellent état et un personnel compétent et expérimenté le risque associé à des erreurs de conception des BOP ou au manque d'expérience de l'équipe d'intervention peuvent conduire directement à une catastrophe.

IV. 4. 4 les opérations de SNUBBING

SNNUBING utilisé en particulier pour:

- Opérations de repêchage
- Circulation et nettoyage des dépôts et sédiments à l'intérieur du puits
- Opérations de fraisage
- Contrôler la pression des puits
- forage sous pression
- Opérations d'achèvement sous pression
- Opérations d'abandon des puits (WELL KILLING)
- Démarrer ou redémarrer le puits [28] [32] [29] [33] [24]

IV. 4. 5 Les différentes phases de SNUBBING

La manœuvre de SNNUBING se décomposé en trois (03) phases :

IV. 4. 5. 1 La première phase: Tubing Leger (light pipe) ou Phase SNUNB

En début de manœuvre, la pression du puits exerce une poussée qui a tendance à chasser le tubing hors du trou. Il faut donc empêcher le tubing de sortir. Les coins supérieurs du vérin appelés aussi coins mobiles (travelling bloc) sont placés de telle sorte qu'ils forceront le tubing à descendre. Ils seront alors en position de travelling SNUBBER. Une fois introduite, la longueur de tubing correspondant à la course du vérin, on ferme le stationary SNUBBER qui retiendra le tubing pendant la course libre de remontée du vérin après ouverture du travelling SNUBBER. Lorsque le vérin est à nouveau à son point haut, le travelling SNUBBER est refermé, le stationary SNUBBER est ré ouvert et l'on introduit une deuxième

longueur de tubing .On répétera ces mouvements jusqu' à introduction complète du tubing et ainsi de suite

IV. 4. 5. 2 La deuxième phase : Point D'équilibre (BALANCE POINT)

Au fur et à mesure que l'on introduit des tubings dans le puits, le poids de l'ensemble de ces tubihgs augmente. Il arrive alors un moment où le poids du tubing introduit équilibre la poussée du puits. Le tubing est alors théoriquement en flottation.

IV. 4. 5. 3 La troisième phase: Tubing Lourd (heavy pipe) ou Phase SLIP

En poursuivant la descente, le poids du tubing dépasse la poussée, il faut donc retenir le tubing vers le bas pour éviter qu'il ne tombe. Le travelling bloc est inversé, il occupe alors la fonction de travelling SLIP qui est celle d'accompagner le tubing durant sa descente. Le STATIONARY SLIP supportera le poids du tubing pendant la course libre de remontée du Vérin. A la remontée des tubings, on passe au contraire de la phase lourde à la légère. [32] [29] [24]

IV. 4. 5 Types d'unité de SNUBBING

Il y a plusieurs types des unités SNUBBING, ils sont :

IV. 4. 5. 1 Unité autonome à vérin concentrique: (TYPE: HYDRA RIG SHORT STROKE-HRS-):

Cette unité se caractérise par son vérin hydraulique à double effet creux à sa partie centrale permettant les manœuvres des tubings concentriquement. Ce système assure l'avantage d'un bon guidage des tubings et principalement des macaronis de petits diamètres durant la phase où ils sont soumis à la compression. (Voire la figure IV.21)



Figure IV.21 : *Unité autonome à vérin concentrique (Type: HYDRA RIG SHORT STROKE-HRS-)*

a. Autres avantages :

- Légèreté et faible encombrement,
- Grande sécurité.

b. Inconvénients :

- Course limitée à 6 ft (short stroke).
- Capacité de levage limitée : 40 000 lbs.
- Faible vitesse de manœuvre.
- Diamètre limité de la garniture à manœuvrer.
- Pas de table de rotation intégrée.
- Complexité de vérin.
- Utilisation d'une grue indépendante pour assurer le montage. [28] [24]

IV. 4. 5. 2 Unité autonome à vérins multiples: (TYPE: HYDRA RIG SHORT STROKE-HRS-)

La différence entre cette unité et la précédente se situe principalement à la hauteur du vérin. 3 ou 4 vérins reliés entre eux par deux plaques de base remplaçant le vérin concentrique.

a. Avantage :

- Forte capacité de levage : 120 00 à 600 000 lbs.
- Course des vérins portés à 12 ft.
- Pas de limitation dans le diamètre de la garniture à manoeuvrer.
- Possibilité de sélectionner 2 ou 4 vérins en fonction de la charge et de la vitesse désirée.
- Rotation intégrée.

b. Inconvénients :

- Equipement lourd et encombrement pour les grosses unités de plus de 300 000 lbs.
- Utilisation d'une grue indépendante pour assurer le montage. [28] [24]

IV. 4. 5. 2 Unité autonome à vérin –câble : (TYPE: HYDRA RIG LONG STROKE-HRL-)

Cette unité de conception nouvelle présente l'avantage d'être la plus rapide des unités construites à ce jour. Un système de mouflage double la course d'un gros vérin hydraulique logé dans un mât qui sert de support à l'unité. (Voire la figure IV.22)



Figure IV.22 : *Unité autonome à vérin –câble (TYPE: HYDRA RIG LONG STROKE-HRL-)*

a. Avantage :

- Grande rapidité de manœuvre.
- Rotation intégrée.
- Installation rapide sur le puits.

b. Inconvénients :

- Equipement lourd pour la version offshore.
- Pas de protection au flambement des tubings d'où obligation de manœuvres par courte passes durant la phase critique. [28] [24]

IV. 4. 6 Les équipements de SNUBBING

Une unité de SNUBBING se compose essentiellement : (voire la figure 23)

- d'un dispositif de manœuvre des tubes :

- l'ensemble de vérins hydrauliques (HYDRAULIC JACK ASSEMBLY)
- un tube guide (GUIDE TUBE)
- la fenêtre d'accès (ACCES WINDOW)
- les snubs mobiles (TRAVELLING SLIPS)
- les snubs fixes (STATIONARY SLIPS)
- la tête rotative (ROTARY SWIVEL)
- une clef automatique (POWER TONG)
- une passerelle de travail (WORK BASKET)
- un panneau de contrôle (CONTROL PANEL)
- un groupe de puissance (POWER PACK)
- un système de circulation (CIRCULATING SYSTEM)
- un joint télescopique (TELESCOPING)

- d'une centrale hydraulique
- d'un dispositif de sécurité en tête de puits (BLOWOUT PREVENTION –BOP-)
    - Les obturateurs à mâchoires
    - Les obturateurs annulaires
    - Accumulateur [28] [32] [33] [24]

A cela il faut ajouter les accessoires de fond que l'on veut incorporer au tubing manipulé. (Voire la figure IV.23)

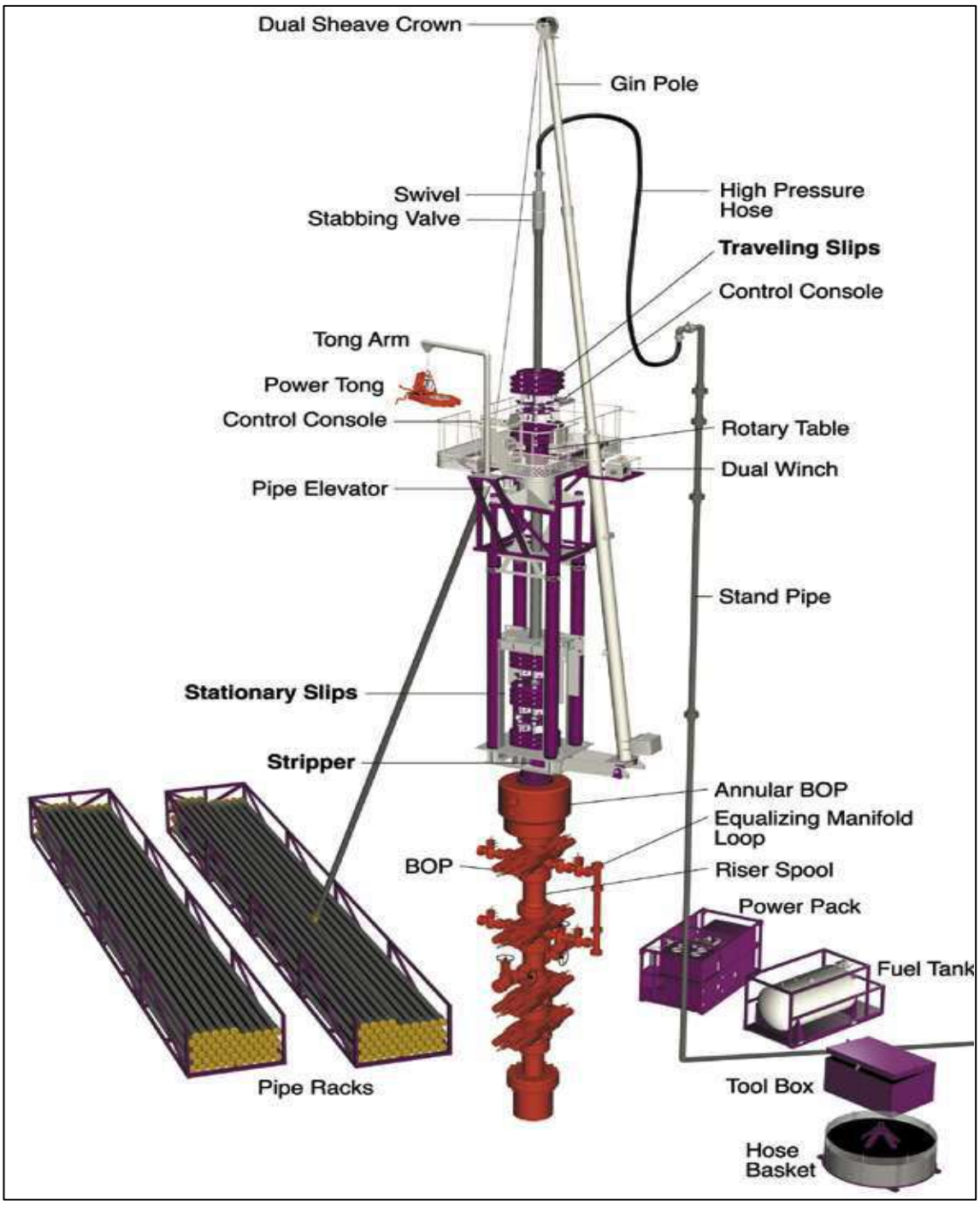


Figure IV.23 : *Les équipements de SNUBBING*

IV. 4. 6. 1 Le dispositif de manœuvre des tubes

- **L'ensemble de vérins hydrauliques (HYDRAULIC JACK ASSEMBLY)**

L'ensemble de vérins hydrauliques est composé d'un ou plusieurs cylindres hydrauliques montés en position verticale, utilisés pour remonter ou descendre la garniture de SNUBBING dans un puits sous pression. La capacité de levage ou de snub est croissante

avec l'augmentation du nombre de vérin montés sur l'unité SNUBBING. Par contre la vitesse de manœuvre est décroissante et exige des débits d'huile importants. (Voire la figure IV.24) [28] [32] [33] [24]



Figure IV.24 : *L'ensemble de vérins hydrauliques (HYDRAULIC JACK ASSEMBLY)*

• Un tube guide (GUIDE TUBE)

Il placé dans à l'intérieur de la fenêtre d'accès et des vérins hydrauliques. Pour fournir le support latéral nécessaire pour éviter le flambage (Voire la figure IV.25). [28] [32] [33] [24]



Figure IV.25: *Un tube guide (GUIDE TUBE)*

- **La fenêtre d'accès (ACCES WINDOW)**

  La fenêtre d'accès est utilisée pour changer les garnitures du stripper et assembler et désassembler les équipements de grand diamètre sans le besoin de les faire passer à travers les snubs fixes et reçoit aussi le tube guide. La fenêtre d'accès consiste en deux (02) plaques inférieure et supérieure en acier, séparées par des traverses généralement en nombre de quatre (04). Les deux plaques inférieure et supérieure sont respectivement fixées au sommet des strippers et au bas des vérins. (Voire la figure IV.26) [28] [32] [33] [24]



Figure IV.26 : La fenêtre d'accès (ACCES WINDOW)

• Les snubs mobiles (TRAVELLING SLIPS)

Les snubs mobiles sont attachés à la tête mobile des vérins hydrauliques. Ils se composent de deux:

- slips mobiles qui travaillent du fond jusqu'au point d'équilibre
- snubs mobiles pour empêcher l'éjection de la garniture hors du puits entre le point d'équilibre et la surface.

Les snubs sont opérés hydrauliquement à partir du panneau de commande situé sur la passerelle. (Voire la figure IV.27) [28] [32] [33] [24]



Figure IV.27: les snubs mobiles (TRAVELLING SLIPS)

• Les snubs fixes (stationary slips)

Les snubs fixes permettent de caler la garniture SNUBBING dans une position fixe quand les snubs mobiles sont relâchés. Dans les puits à haute pression, il est normal d'utiliser un

jeu additionnel de snubber fixe pour des raisons de sécurité. (Voire la figure IV.28) [28] [32] [33] [24]



Figure IV.28: Les snubs fixes (STATIONARY SLIPS)

• La tête rotative (ROTARY SWIVEL)

La tête rotative est fixée à la tête mobile du vérin, permet la rotation durant les manœuvres et les opérations de nettoyage, fraisage ou de repêchage. Elle est entraînée hydrauliquement et commandée à distance à partir du panneau de commande de l'opérateur. (Voire la figure IV.29) [28] [32] [33] [24]



Figure IV.29: La tête rotative (ROTARY SWIVEL)

• La clef automatique (POWER TONG)

La clé automatique est utilisée pour le vissage et dévissage des tubings et pour réaliser les raccords de tuyauterie. Elle est normalement suspendue à l'aide d'un bras (arm tong) et attachée sur le côté de la passerelle de travail. Elle est entraînée hydrauliquement et commandée à partir du panneau de commande de l'opérateur.

(Voire la figure IV.30) [28] [32] [33] [24]



Figure IV.30 : La clef automatique (POWER TONG)

• La passerelle de travail (WORK BASKET)

La passerelle est un plancher de travail pour l'équipe d'intervention SNUBBING, il est utilisé comme plate-forme de travail. Elle est attachée au sommet des vérins hydrauliques. A partir de la passerelle de travail, l'équipe de l'unité SNUBBING peut effectuer les différents travaux d'intervention nécessaire, ainsi que le gerbage ou dégerbage de tubing. La passerelle de travail est munie d'une SWIVEL (Émerillon) de circulation qui peut être connectée au tubing afin qu'on puisse circuler pendant les manœuvres.

(Voire la figure IV.31) [28] [32] [33] [24]

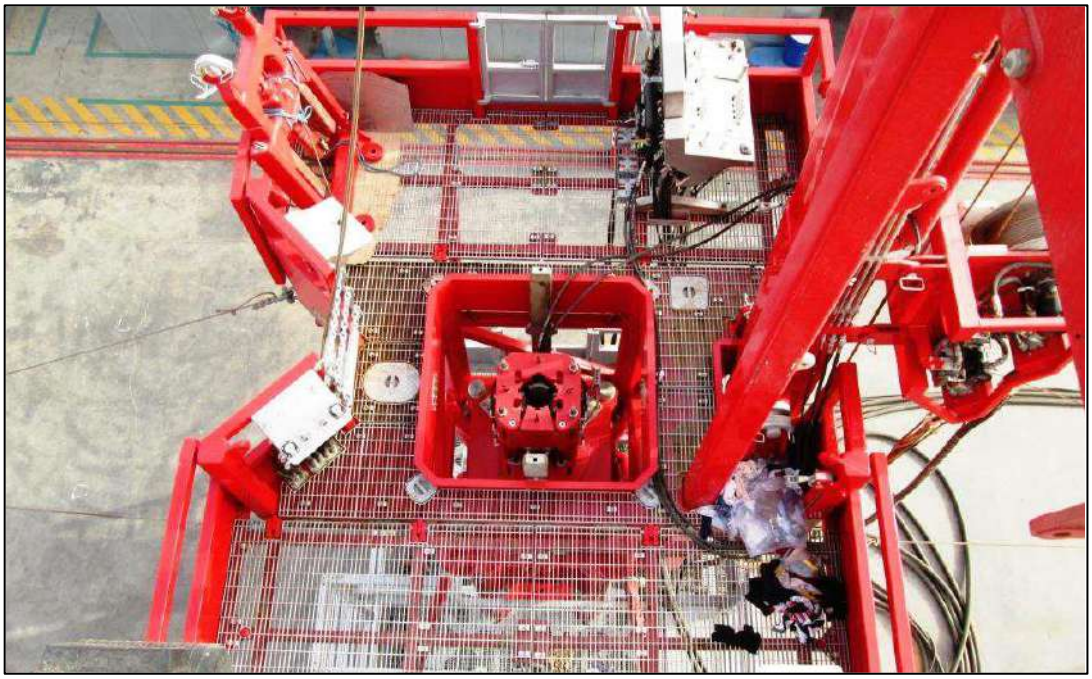


Figure IV.31: La passerelle de travail (WORK BASKET)

• Le panneau de contrôle (CONTROL PANEL)

Le panneau de commande des obturateurs est composé de deux parties:

- un panneau principal à partir duquel le chef de poste peut actionner toutes les fonctions ouvertures- fermetures des obturateurs.
- un panneau secondaire à partir duquel l'opérateur peut actionner les fonctions ouvertures- fermetures des obturateurs anti-éruptions. (Voire la figure IV.32) [28] [32] [33] [24]

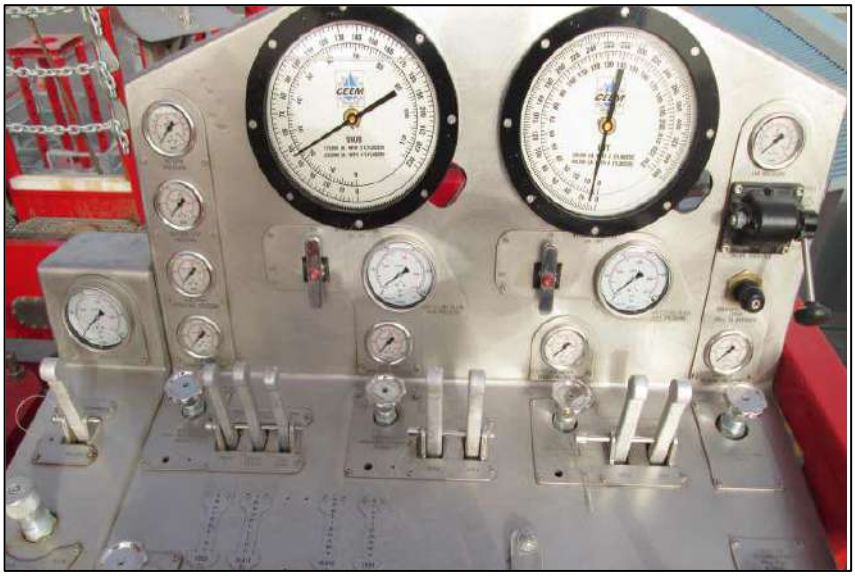


Figure IV.32 : Le panneau de contrôle (CONTROL PANEL)

• Le système de circulation (CIRCULATING SYSTEM)

Le système de circulation est composé principalement des pompes, flexible et tête d'injection. La pression de tarage des pompes doit être élevée pour faire face à la pression en tête du puits et aux pertes de charge dans le circuit de circulation. Une vanne de sécurité doit être installée au-dessous de la tête d'injection pour permettre d'éventuelles interventions en cas de fuites. [28] [32] [33] [24]

• Le joint télescopique (TELESCOPING)

Le joint télescopique est fabriqué en acier spécial, il a une forme rectangulaire et une longueur après télescopage permettant de soulever un tubing avec la tête d'injection et le flexible au-dessus de l'ensemble des vérins hydrauliques. Il est utilisé pour gerber et dégerber les tubings durant les opérations de manœuvre de la garniture dans le puits. (Voire la figure IV.33) [28] [32] [33] [24]



Figure IV. 33: Le joint télescopique (TELESCOPING MAST, GIN POL)

IV. 4. 6. 2 Le groupe de puissance (POWER PACK)

Le groupe de puissance est composé d'un moteur diesel entraînant des pompes hydrauliques qui fournissent la puissance hydraulique pour entraîner les différentes fonctions de l'unité SNUBBING. (Voire la figure IV.34) [28] [32] [33] [24]



Figure IV. 34: Centrale Hydraulique Ou Groupe De Puissance (POWER PACK)

IV. 4. 6. 3 Système de sécurité de puit (BLOWOUT PREVENTER)

Blowout Preventer (BOP) en français, bloc obturateur de puits ou obturateur anti-éruption: est un dispositif mécanique spécialisé, utilisé pour sceller / obturer, contrôler et surveiller les puits de pétrole et de gaz afin d'éviter les éruptions, la libération de l'écoulement incontrôlé de pétrole d'un puits. BOP ont été développés pour faire face à les pressions erratiques extrêmes et l'écoulement incontrôlé (venue), avant qu'il conduire à un événement potentiellement catastrophique appelé éruption. Les obturateurs anti-éruptions sont destinés à empêcher que les tubes, les outils et le fluide de forage ne sortir sous la forme d'une éruption hors du puits de forage lorsqu'une éruption menace. BOP sont essentiels à la sécurité de l'équipe de travail, de la plate-forme, du puits et de l'environnement. [22] [28] [32] [029] [30] [31] [34] [35]

Deux catégories de BOP sont les plus répandues: les obturateurs annulaires et les obturateurs à mâchoires, Souvent utilisé les deux types, typiquement avec au moins un BOP annulaire empilé au-dessus de plusieurs BOP à vérin. (Voire la figure IV.35)

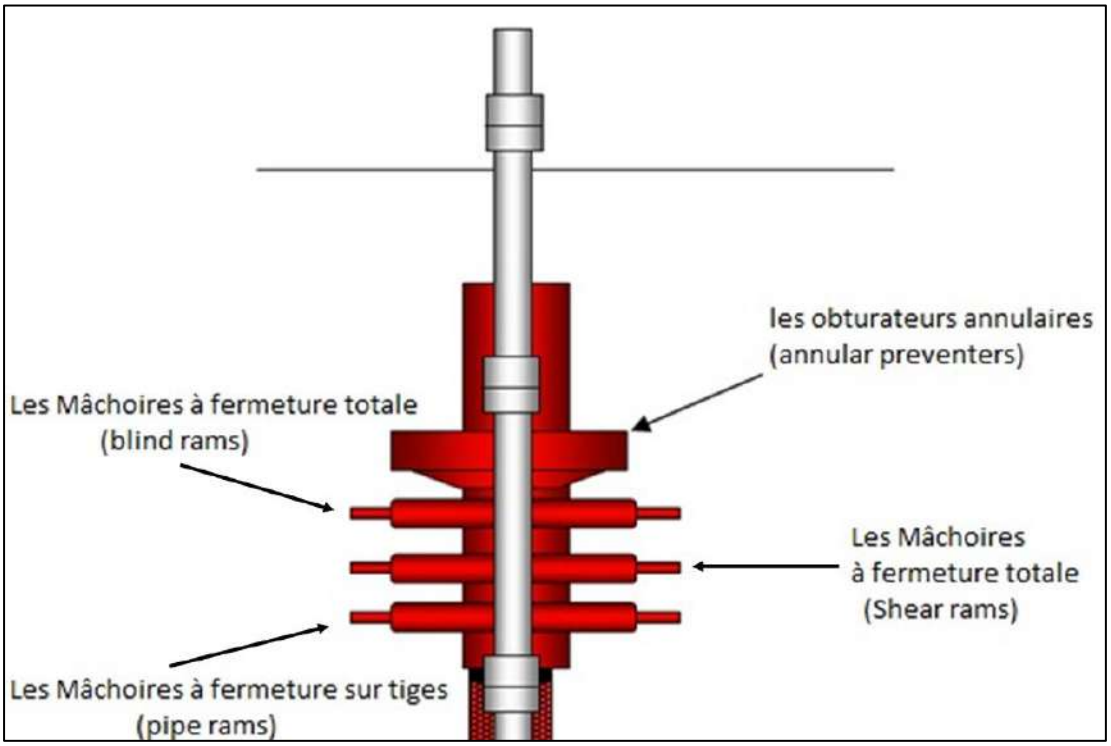


Figure IV.35 : Les composants des obturateurs anti-éruptions (BLOWOUT PREVENTER)

a. Les obturateurs à mâchoires

- **Les Mâchoires à fermeture sur tiges (PIPE RAMS) :** ne se ferment que sur des tubes d'un diamètre défini (il se ferme autour d'une tige de forage). elles sont munies d'ouvertures semi-circulaires, correspondant au diamètre extérieur des tiges, pour lesquelles elles sont prévues. il restreint l'écoulement dans l'espace annulaire entre l'extérieur de la tige et le puits de forage (assurant la fermeture et l'étanchéité sur le tube).

- **Les mâchoires à diamètre variable (VARIABLE-BORE RAMS):** Il existe également des obturateurs à mâchoires à diamètre variable qui comme leur nom l'indique ont une gamme de fermeture variable : elles se ferment et étanchent sur des tubes de diamètres variables. Il est absolument essentiel que les mâchoires d'un obturateur correspondent exactement aux dimensions des tiges, des tubages, ou des tubings qui sont en service.
- **Les Mâchoires à fermeture totale (BLIND RAMS) :** permettent d'obturer totalement le puits et de faire étanchéité soit au-dessus du tube coupé (en l'absence de tout élément dans le puits), soit par écrasement du tube.

- **Les Mâchoires à fermeture totale (SHEAR RAMS):** elles sont souvent à double effet, c'est-à-dire qu'il coupe et ferment le puits. alors permettent de fermer totalement le puits en l'absence de tiges et de rendre totalement étanche le puits, ou de cisailler des éléments tubulaires et d'obturer si elles sont présentes. (Voire la figure IV.36) [22] [28] [32] [029] [30] [31] [34] [35]

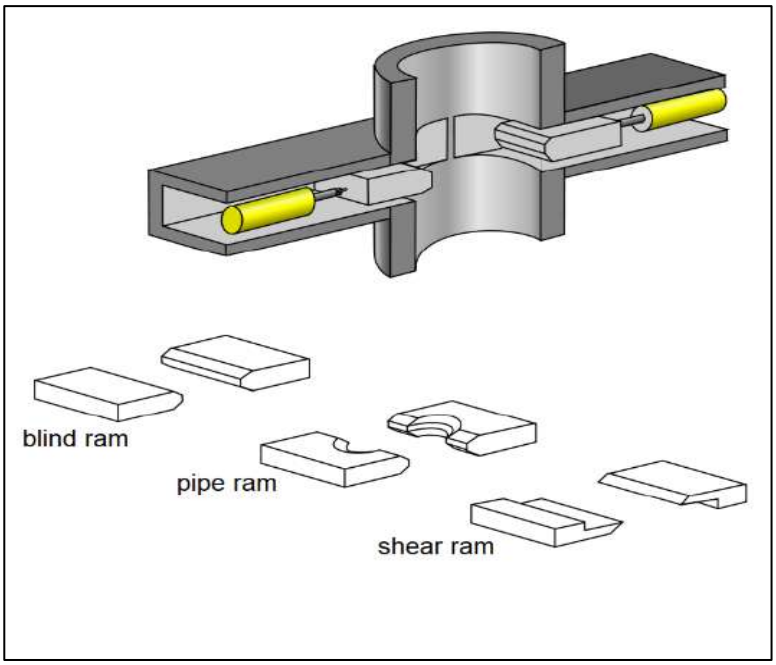


Figure IV.36 : Schéma de principe des obturateurs à mâchoires (Source : wiki)

b. Les obturateurs annulaires (ANNULAR PREVENTERS)

Ils peuvent se fermer et étancher sur n'importe quel diamètre de tubulure et même sur le puits en l'absence de tout élément dans le puits. Ils permettent la manœuvre du train de tiges, le puits étant fermé et sous pression. (Voire la figure IV.37)

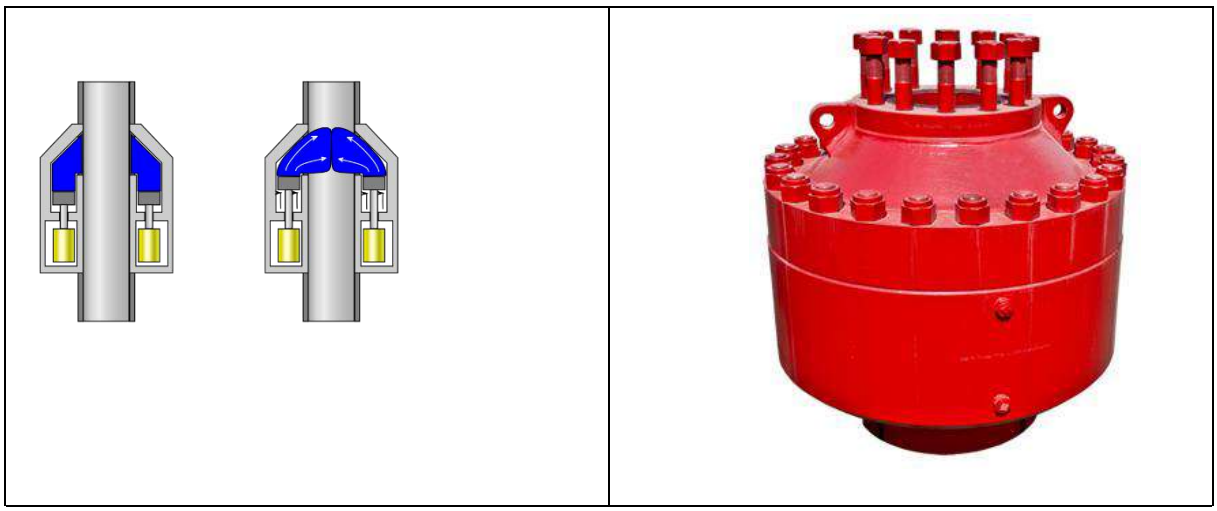


Figure IV.37: Schéma de principe des obturateurs annulaire (Source : wiki)

Les BOP sont actionnés hydrauliquement et fonctionnent selon le principe des vérins hydrauliques à double fonction. Chaque fonction nécessite une ligne côté ouverture et une autre côté fermeture. Le fonctionnement est basé sur la disponibilité d'un approvisionnement

en fluide sous pression chaque fois que nécessaire pour fermer ou ouvrir le BOP. (Voire la figure IV.38) [22] [28] [32] [029] [30] [31] [34] [35]

Le système comprend:

- module d'accumulateur d'air/huile
- pompage électrique et pompage pneumatique
- collecteur (maniflod) de control directe et de control a télé-contrôle [22] [28] [32] [029] [30] [31] [34] [35]



Figure IV.38 : l'accumulateur

IV. 5 Conclusion

Ce chapitre est consacré à l'activité et à l'appareil SNUBBING, SNUBBING est la solution parfaite lorsque les méthodes traditionnelles ne font pas leur travail. Il s'appuie sur deux appareils principaux (HRL, HRS) qui lui permettent d'effectuer toutes les opérations nécessaires. Les obturateurs anti-éruption (BOP) agit comme une dispositif de sécurité pour l'appareil.

Chapitre V

L'application de l'évaluation des risques professionnels sur l'appareil SNUBBING

V.1 Introduction

Enfin, le cinquième et le dernier chapitre a pour objet de mettre en avant l'apport de notre démarche suggérée dans le troisième chapitre et de capitaliser cette dernière à l'évaluation des risques, en l'appliquant à l'appareil de SNUBBING. La plupart des risques apparaissent ici au fur et à mesure que le niveau d'exposition à ces risques et la gravité de leurs conséquences sont évalués. Et proposer des mesures de prévention appropriées. Tout est dans le tableau d'EVRP. Le chapitre aborde également du risque majeur résultant de SNUBBING.

V. 2 Les risques professionnels

L'identification de tous les dangers existant dans l'entreprise impose de connaître les différents risques auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être exposés : risques liés aux équipements de travail (machines et outils, véhicules …), aux substances toxiques présentes (produits chimiques, biologiques…), aux méthodes de travail (travail en hauteur, gestes répétitifs…), à l'énergie utilisée (électrique, air comprimé, hydraulique…), ou à l'organisation du travail (travail de nuit, à l'extérieur, isolé…). En fonction de l'activité de l'entreprise, les risques professionnels sont de différentes natures. Ils peuvent être classés selon qu'ils sont: [36]

V. 2. 1 Risques de trébuchement, heurt ou autre perturbation du mouvement

Ce sont les risques que le déroulement d'une tâche soit perturbée parce que la personne glisse sur, heurte, trébuche contre, se tord ou se coince le pied, le genou, le doigt… pose le pied sur une pointe, un clou… ou encore parce que l'élément contre lequel elle exerce des forces s'affaisse, cède, glisse du fait de ces forces.

Ces risques représentent le tiers des accidents du travail avec arrêt et touchent tous les secteurs d'activité et tous les métiers. [36]

V. 2. 1. 1. L'exposition aux risques :

- les dimensions et caractéristiques des appareils, des systèmes d'accès qui rendent peu aisés le mouvement et le déplacement nécessités par la tâche : un espace étroit dans lequel il faut déplacer à plusieurs un objet volumineux, un escalier dont les marches sont

inégales, des produits/matières répandus sur le sol le rendant glissant, un espace encombré…

- des difficultés particulières liées au matériel : un accès difficile, lors de la maintenance, à la zone de la machine sur laquelle intervenir, un outil inadapté, un matériel difficile à déplacer…
- des facteurs défavorables liés à l'ambiance physique : des conditions climatiques difficiles, un éclairage insuffisant…
- des facteurs individuels : l'inexpérience, la fatigue, l'état de stress…

V. 2. 2 Risques liés aux effondrements et aux chutes d'objets

Ce sont des risques d'accident qui sont liés à la chute d'objets provenant de stockage, d'un étage supérieur ou de l'effondrement des matériaux. Travailler à différents niveaux de hauteur est l'un des facteurs les plus importants qui créent le risque de chute d'objets

Les conséquences corporelles des chutes d'objet sur les salariés sont des accidents du travail. Le siège des lésions est variable : tête, yeux, membre supérieur, main, tronc, membre inférieur, pied, localisations multiples, lésions internes. Le plus souvent, les lésions sont cutanées et/ou ostéo articulaires. Les lésions sont de gravité variable allant de la contusion simple à l'amputation par chute d'un objet contondant en passant par les plaies, les écrasements, les entorses, les luxations, les fractures, les lumbagos, les plaies... elles peuvent aussi occasionner des accidents graves voire mortels. [36]

Les chutes d'objets peuvent survenir lorsque:

- Objets stockés en hauteur : racks de stockage, étagères, dessus d'armoire…
- Objets empilés sur de grandes hauteurs, matériaux en vrac...
- Effondrement de racks...
- Travaux effectués simultanément à des hauteurs ou à des étages différents : caillebotis, échafaudages, toiture, picking…
- Travaux effectués dans des tranchées...
- Chute de palettes, passerelle ou plateforme...
- Moyens de stockage inadaptés ou en mauvais état (poids et volumes des charges, type et état des palettes…) ou soit par effraction ou ouverture d'un arrimage mal réalisé ou à la suite d'un accident.
- Mauvaise accessibilité des zones de stockage

V. 2. 3 Risques liés à la charge physique de travail

Ce sont des risques qui peuvent engendrer fatigue, douleurs, gêne fonctionnelle et aussi des lésions aigües ou chroniques touchant le plus souvent l'appareil locomoteur. D'autres appareils peuvent être concernés (cardiovasculaire, respiratoire…). Ces atteintes sont consécutives à des efforts physiques intenses, prolongés, répétés, des postures inconfortables ou contraignantes.

La charge physique de travail peut aussi entraîner des heurts, chocs ou écrasements avec les charges ou outils manipulés. [36]

V. 2. 3. 1. L'exposition aux risques :

- manutention manuelle de charges : grande masse, fréquence élevée, charge à saisir éloignée du corps, proche du sol ou au-dessus du niveau des épaules, charge encombrante et difficile à saisir….
- autres efforts physiques : manipulation d'outils lourds, maintien d'un effort…
- déplacements longs et répétés avec ou sans charge, avec ou sans dénivelé…
- postures de travail : travail debout permanent, travail à genoux, accroupi….

V. 2. 4 Risques liés à la manutention mécanique

Ce sont des risques d'accident liés à la charge manutentionnée (chute, heurt, renversement), au moyen de manutention (rupture, défaillance) et aussi à la circulation des engins de manutention. Ce sont des risques dont les conséquences peuvent être graves (masse, vitesse, hauteur…). [36]

V. 2. 4. 1 L'exposition aux risques :

- utilisation d'un moyen de manutention inadapté à la charge, à la tâche à effectuer ou dans des conditions non prévues
- déplacement de la charge sans visibilité suffisante dans des allées ou des zones de manœuvre exigües, à une vitesse excessive
- instabilité du moyen de manutention : mauvais état du sol, charge mal répartie ou de masse trop élevée
- instabilité de la charge : arrimage absent ou insuffisant, rupture du système de maintien en hauteur, empilement de charges

V. 2. 5 Risques mécanique

Il y a risque mécanique chaque fois qu'un élément en mouvement peut entrer en contact avec une partie du corps humain et provoquer une blessure. Réciproquement, une partie du corps humain en mouvement peut entrer en contact avec un élément matériel (exemple : chute).

Ces éléments sont souvent liés à des équipements ou des machines mais peuvent également concerner des outils, des pièces, des charges, des projections de matériaux ou des fluides.

La présence d'un risque mécanique peut donc être identifiée par la conjonction de 3 éléments : un opérateur, un élément et l'énergie d'un mouvement. [36] [39]

Les phénomènes dangereux peuvent être qualifiés de manière à faire apparaître la nature du dommage potentiel, on parlera alors :

- ❖ d'écrasement
- ❖ de cisaillement, de coupure ou de sectionnement
- ❖ de happement, d'enroulement, d'entraînement, d'engagement ou d'emprisonnement
- ❖ de chocs avec des éléments solides
- ❖ de perforation ou de piqûre
- ❖ d'abrasion
- ❖ de choc ou de projection de fluides, notamment sous pression

V. 2. 5. 1 L'exposition aux risques :

- partie mobile (organe de transmission, pièce, outil…) accessible au personnel
- fluide sous pression ou matière (pièce, copeaux…) pouvant être projetés
- utilisation d'outils tranchants : couteaux, hachoirs, cutters, scies…
- non-consignation d'une machine lors de sa réparation ou de sa maintenance
- parties brûlantes accessibles
- postures contraignantes pour les opérateurs

V. 2. 6 TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES (TMS)

Les troubles musculosquelettiques (TMS) des membres supérieurs et inférieurs sont des troubles de l'appareil locomoteur pour lesquels l'activité professionnelle peut jouer un rôle dans la genèse, le maintien ou l'aggravation. Les TMS affectent principalement les muscles, les tendons et les nerfs, c'est-à-dire les tissus mous.

Les régions corporelles concernées sont principalement le cou, les épaules et les poignets. Les TMS des membres inférieurs sont plus rares et concernent principalement le genou. Quelle que soit leur localisation, les TMS peuvent devenir irréversibles et entraîner un handicap durable. Les TMS sont de loin les maladies professionnelles reconnues les plus fréquentes.

Ils sont le résultat de la combinaison de multiples causes liées au poste de travail et à son environnement, à l'organisation du travail, au climat social dans l'entreprise. Certains facteurs de risque de TMS sont concernés par les obligations réglementaires touchant à la pénibilité du travail. [36]

V. 2. 7 Risques de chutes de hauteur

Ce sont les risques d'accident liés à la perte d'équilibre d'une personne au droit d'une dénivellation et à sa chute dans le vide, au cours de cette perte d'équilibre (heurt, rebond contre des éléments saillants situés sur sa trajectoire) ou à l'issue de celle-ci, à sa réception sur une surface à un niveau inférieur ou sur le sol.

Des situations présentant ce risque peuvent résulter de l'utilisation d'un équipement d'accès et/ou de travail en hauteur.

Les accidents par chute de hauteur peuvent avoir des conséquences particulièrement graves. Il présente les mêmes effets que le risque de trébuchement, heurt ou autre perturbation du mouvement. [36]

V. 2. 7. 1 L'exposition aux risques :

- travail à l'extérieur à proximité de fosses, bassins…
- travail dans un bâtiment sur des parties en élévation : ce risque peut résulter de l'utilisation d'un équipement d'accès et/ou de travail sur la passerelle de l'appareil SNUBBING
- accès à des zones situées en hauteur par échelles fixes ou escaliers : éléments élevés de machines ou d'appareils industriels
- Lors de l'accès à des zones en surélévation par des échelles, des escaliers, des passerelles…
- Lors du montage ou du démontage de l'appareil SNUBBING
- utilisation d'équipements d'accès à des zones en surélévation par des échelles, des escaliers, des passerelles… et de travail en hauteur : plates-formes individuelles…

- En l'absence de dispositif de protection, le risque, lorsqu'il y a « chute de hauteur », est consécutif à la perte d'équilibre de la personne, qui se trouve alors précipitée dans le vide. L'accident résulte principalement du choc lors de sa réception

V. 2. 8 Travail à la chaleur ou Risques liés aux ambiances thermiques

De nombreux métiers obligent les salariés à évoluer dans des environnements thermiquement dégradés, marqués par des températures élevées, par la présence de surfaces rayonnantes ou dans des conditions de vitesse d'air et d'humidité qui ne favorisent pas l'équilibre thermique du salarié.

Dans les usines, les raffineries, la principale source de chaleur est la matière en fusion (métal ou hydrocarbures). Dans les ateliers, les cuisines de restaurants et la boulangerie, la très forte humidité combinée à la chaleur rend l'ambiance difficile à supporter.

Pour les activités qui se déroulent à l'extérieur, comme dans les secteurs de la construction, des chantiers de forage, secteur d'hydrocarbures, des services de maintenance ou des transports, le soleil est la principale source de chaleur. Si bien que les travailleurs exposés à la chaleur sont très nombreux, surtout en été dans les régions désertiques lors des épisodes caniculaires. Ces ambiances thermiques peuvent avoir de graves effets sur la santé et augmenter les risques d'accidents du travail. [36]

V. 2. 8. 1 Effets sur la santé humaine :

L'exposition à la chaleur peut être à l'origine chez un individu d'effets sur la santé qui peuvent être graves, tels que des crampes, la déshydratation ou l'épuisement. Le risque le plus grave est le coup de chaleur qui peut conduire au décès.

En effet, le phénomène d'acclimatation est les mécanismes physiologiques qui régulent et maintiennent la température corporelle /centrale de l'homme relativement constante et proche de 37°C quel que soit son environnement thermique. Ces mécanismes de régulation peuvent être débordés lors d'exposition à des fortes chaleurs/ambiances thermiques chaudes, notamment en période caniculaire.

La chaleur peut également agir comme révélateur ou facteur aggravant de pathologies préexistantes, essentiellement cardiorespiratoire, rénale, endocrinienne (diabète…).

V. 2. 8. 2 Risques d'accident du travail :

Un outil qui glisse des mains lorsqu'elles sont moites, la transpiration qui gêne la vue… la chaleur peut ainsi entraîner des altérations fonctionnelles et générer des risques pour la sécurité.

Lors de l'exposition à la chaleur, des effets psychologiques/cognitifs sont également observés comme l'augmentation du temps de réaction, des erreurs ou omissions. Il est toujours plus difficile d'effectuer une tâche demandant de la précision et plus risqué de réaliser une tâche demandant un effort physique important dans une ambiance très chaude. [36]

V. 2. 9 Risques liés aux ambiances lumineuses

L'éclairage naturel et l'éclairage artificiel sont des éléments essentiels de bien-être et de réduction des risques au travail. L'éclairage artificiel doit être conçu pour répondre aux besoins du travail réel et pour réduire le risque d'accident lors des circulations des piétons et des véhicules. De manière générale, l'éclairage ne doit pas être générateur d'éblouissements gênants, de contrastes de luminances fatigants, voire de reflets ou d'ombres. [36] [39]

V. 2. 9. 1 L'exposition aux risques :

- locaux aveugles
- zone de passage (allée, escalier…) peu ou pas éclairée
- zones de travail insuffisamment éclairée pour l'activité exercée
- éclairage inadapté à la perception des formes, des détails, des mouvements, des couleurs
- éclairage ne prenant pas en compte les besoins individuels (handicaps, vieillissement…)
- existence de zones éblouissantes : lampe nue, rayonnement solaire incident, réflexions sur écran, effet « sortie de tunnel »
- plan de travail sur lequel les reflets générés par l'éclairage favorisent l'adoption de postures contraignantes

V. 2. 10 Risques liés aux rayonnements

Ce sont des risques d'accident et d'atteinte à la santé aux conséquences plus ou moins graves selon les rayonnements qui peuvent être émis par certains appareils ou provenir spontanément de matériaux. [36]

V. 2. 10. 1 L'exposition aux risques :

- exposition à des rayonnements artificiels :
    - rayonnements ionisants : appareil contenants des sources radioactives, générateurs de rayons X…
    - rayonnements optiques : lampes UV, laser, halogènes, LED…
    - rayonnements électromagnétiques : réseaux électriques, radiocommunication, machines utilisant l'énergie basse fréquence ou haute fréquence...
- exposition à des rayonnements d'origine naturelle :
    - rayonnements solaires : UV
    - gaz radioactifs : radon

V. 2. 11 Risque électrique

Dans notre société industrielle, l'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. Les travailleurs sont amenés à utiliser du matériel électrique. Les accidents liés à l'électricité sont souvent très graves.

Les risques liés à l'électricité, pour l'homme, sont de différentes natures. Ces risques ont pour origines des contacts directs ou indirects et des arcs électriques.
Les contacts directs ou indirects provoquent des électrisations ou électrocutions. Sur les muscles du corps humain les courants électriques peuvent provoquer une tétanisation (muscles moteurs et de la cage thoracique) ou une fibrillation ventriculaire pouvant provoquer l'arrêt du cœur.

L'arc électrique peut être, pour l'homme, à l'origine de brûlure plus ou moins graves et pour les installations d'incendies ou d'explosion. Ses conséquences sont l'électrisation et l'électrocution : Une personne est électrisée lorsqu'un courant électrique lui traverse le corps et provoque des blessures plus ou moins graves (Les effets d'un courant électrique sur l'organisme humain varient en fonction de son intensité). On parle d'électrocution lorsque ce courant électrique provoque la mort de la personne. [36]

V. 2. 12 Risques de bruit

Ce sont des risques de maladie professionnelle dans le cas d'exposition excessive au , On considère que l'ouïe est en danger à partir d'un niveau de 80 décibels durant une journée de travail de 8 heures Si le niveau est extrêmement élevé (supérieur à 130 décibels), toute

exposition, même de très courte durée, est dangereuse. Elle peut conduire à une Fatigue auditive ou une surdité, phénomène irréversible. Les surdités peuvent être reconnues comme maladies professionnelles.

Le bruit peut aussi entraîner des effets néfastes pour d'autres fonctions que l'audition. Les effets non traumatiques du bruit se manifestent aux niveaux physiologique et émotionnel:

- Troubles cardiovasculaires
- Troubles du sommeil
- Stress, la gêne liée au bruit est aussi associée à l'insatisfaction au travail, à l'irritabilité, à l'anxiété, voire à l'agressivité.
- Baisse des performances cognitives

Ce sont également des risques d'accident dus au fait que le bruit peut masquer des signes utiles indiquant un danger (consignes orales, bruit de véhicules, signaux d'alarme…).

Le bruit émis de façon continue par des machines, des engines, des compresseurs, des outils, des moteurs, des haut-parleurs… [36]

V. 2. 13 Le risque de vibration

Les vibrations peuvent représenter un risque pour la santé des salariés. On distingue deux modes d'exposition : les vibrations transmises à l'ensemble du corps, notamment lors de la conduite d'engins, et les vibrations transmises aux membres supérieurs, lors de l'utilisation de machines portatives. [36]

V. 2. 13. 1 Vibrations transmises à l'ensemble du corps

La conduite régulière d'un véhicule ou d'un engin de chantier, de transport ou de manutention peut exposer les salariés à des niveaux élevés de vibrations. Transmises à l'ensemble du corps, ces vibrations peuvent favoriser la survenue de douleurs particulièrement au niveau du dos.

Les opérateurs d'engins mobiles ou les utilisateurs de machines vibrantes sont régulièrement exposés à des secousses, des chocs et des vibrations transmises à l'ensemble du corps. À la longue, ces vibrations peuvent entraîner des risques pour la santé et la sécurité des salariés, notamment des hernies discales et des douleurs lombaires (lombalgies) lorsque l'ensemble du corps est soumis à des vibrations de manière prolongée, cela peut provoquer des douleurs

lombaires ou lombalgies, des hernies discales, une dégénérescence précoce de la colonne vertébrale ainsi que des douleurs au niveau du cou et des épaules…

V. 2. 13. 2 Vibrations transmises aux membres supérieurs

Les vibrations générées par certaines machines portatives ou guidées à la main peuvent être à l'origine d'affections invalidantes au niveau des mains et des bras.

Sur le long terme, l'exposition régulière à des niveaux élevés de vibrations provoquer l'apparition des maladies professionnelles:

- Le syndrome vibratoire (Syndrome vibratoire main-bras ou syndrome de Raynaud), L'exposition aux vibrations transmises aux membres supérieurs peut provoquer l'apparition de troubles de la circulation sanguine au niveau des mains. Ces troubles se traduisent dans un premier temps par un blanchiment des doigts, qui peut se compliquer de douleurs, ou de troubles de la sensibilité.
  Lors d'une crise, l'opérateur concerné peut subir des troubles de la sensibilité des doigts accompagnés d'une perte de la sensation tactile et d'une diminution de la dextérité manuelle. Ceci peut interférer avec le travail à accomplir et accroître le risque de survenue d'un accident : lâcher d'objet, blessure avec un outil, chute…
- Troubles neurologiques : Les vibrations transmises aux membres supérieurs peuvent provoquer l'apparition de sensations d'engourdissement et de picotements des doigts et des mains. Les opérateurs concernés peuvent présenter une réduction de la perception tactile ainsi qu'une dégradation de la dextérité manuelle.
- Troubles musculosquelettiques

V. 2. 14 Risques biologiques

La plupart des agents biologiques sont des êtres vivants microscopiques, invisibles à l'œil nu. Ils sont présents partout, chez les êtres vivants, dans l'environnement et dans les milieux de travail. Les agents biologiques (bactéries, champignons microscopiques, virus, parasites et prions) peuvent être à l'origine de maladies chez l'homme : infections, intoxications, allergies voire cancers.

Ce type de risque se transmettent en suivant une chaîne de transmission, depuis le réservoir d'agents biologiques, jusqu'à l'hôte potentiel (travailleur exposé). [36] [39]

Modes de transmission et de situations d'exposition:

- Inhalation
  - Gouttelettes émises lors de la toux
  - Aérosols contaminées
- Contact avec la peau ou les muqueuses
  - Projection d'eau sale dans les yeux
  - Port des mains contaminées au visage ou aux yeux
- Inoculation
  - Piqûre avec une seringue abandonnée
  - Piqûre de tique ou de moustiques
- Ingestion
  - En portant les mains ou des objets contaminés à la bouche
  - En mangeant ou en fumant avec des mains contaminées

Certains peuvent être à l'origine de maladies plus ou moins graves chez l'homme. L'exposition à des agents biologiques peut entraîner quatre types de répercussions sur la santé Infections, Allergies, Effets toxiniques ou Cancers.

Les effets sur la santé sont très variables, ils dépendent notamment de l'agent biologique en cause, des conditions d'exposition et de certains facteurs individuels. Comme le virus Corona, qui provoque la mort dans la plupart des cas

V. 2. 14. 1 L'exposition aux risques :

Les risques biologiques touchent de nombreux secteurs. Les salariés sont exposés à des agents biologiques lors d'une utilisation délibérée de micro-organismes ou lors d'une exposition potentielle.

Les situations d'utilisation délibérée concernent notamment les laboratoires de recherche et de développement, les entreprises utilisant des micro-organismes par exemple dans des fontaines de dégraissage, pour la dépollution des effluents de cabines de peinture...

Dans une situation d'exposition potentielle, les agents biologiques peuvent être présents soit du fait de l'activité elle-même comme les métiers de la santé (Médecin du travail, infirmier et secouriste...), soit du fait des caractéristiques environnementales de l'activité : chaleur, humidité et présence de nutriments favorisant l'installation et le développement d'agents biologiques (nettoyage, station d'épuration, traitement des déchets…). [36]

V. 2. 15 Risque chimique

Ensemble des situations dangereuses impliquant des produits chimiques, dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition. Ce risque émis par une activité ou un procédé sous forme de solide, poudre, liquide, poussières, fumées, vapeurs, gaz ou brouillards. [36] [39]

Effets néfastes sur l'organisme consécutifs à une exposition, se manifestant dans des délais variables (certains pouvant se manifester très rapidement après l'exposition, d'autres très longtemps après l'exposition. Les produits chimiques qui entrent en contact avec le corps humain (par les voies respiratoires, la peau ou la bouche) peuvent perturber le fonctionnement de l'organisme. Ils peuvent provoquer :

- des intoxications aiguës: en cas d'exposition à un produit chimique sur une brève durée; brûlure, irritation de la peau, démangeaison, convulsion, perte de connaissance, coma, arrêt respiratoire…
- des intoxications chroniques: après des contacts répétés avec des produits chimiques, même à faibles doses : eczéma ou asthme, silicose, cancer (mésothéliome …), insuffisance rénale...
- Les produits chimiques sont, en outre, parfois à l'origine d'incendie et d'explosion et peuvent

V. 2. 16 Incendie

Un incendie est une combustion, qui émet de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants. Pour qu'il se déclare, il faut que soient présents, simultanément les trois éléments suivants: un combustible, un comburant et une source d'inflammation.

L'incendie sur le lieu de travail a des conséquences, directes et indirectes, sur l'homme, les biens et l'environnement. Les victimes d'un incendie meurent le plus souvent asphyxiées et/ou intoxiquées par les fumées. De plus, ces fumées gênent l'évacuation des occupants et l'intervention des secours. La chaleur et les flammes peuvent également provoquer des brûlures. L'asphyxie est liée au manque d'oxygène dans l'air : lors d'un incendie, le taux d'oxygène normalement diminue rapidement. L'intoxication est due aux produits de combustion souvent toxiques et/ou corrosifs.

Dans une entreprise, un incendie peut avoir des conséquences dramatiques. Si le nombre de victimes demeure heureusement peu élevé, Les pertes matérielles sont très importantes et les

répercussions économiques sont souvent irrémédiables. Par ailleurs, la chaleur dégagée par l'incendie entame la résistance mécanique des structures des bâtiments : un effondrement peut survenir et avoir des conséquences sur le personnel n'ayant pas encore évacué ou sur les équipes de secours lors de leur intervention.

L'incendie peut également être à l'origine de diverses pollutions, notamment l'eau des cours d'eau et des nappes phréatiques (écoulement des eaux d'extinction) ou l'air environnant (fumées). [36]

V. 2. 17 Explosion

Dans un environnement de travail, la présence de gaz, de vapeurs, d'aérosols ou de poussières combustibles peuvent provoquer la formation d'atmosphères explosives. En cas d'inflammation, les effets peuvent être dévastateurs tant pour les travailleurs que pour les installations.

L'explosion se définit par une réaction brusque d'oxydation ou de décomposition entraînant une élévation de température, de pression ou les deux simultanément. De nombreuses substances sont susceptibles, dans certaines conditions, de provoquer des explosions. Ce sont les gaz, les vapeurs, les brouillards et les poussières combustibles. Il ne peut y avoir explosion qu'après formation d'une atmosphère explosive (ATEX). Celle-ci résulte d'un mélange d'air et de substances combustibles dans des proportions permettant l'explosion en cas de présence d'une source d'inflammation d'énergie suffisante. Par analogie avec le triangle du feu, les conditions pour qu'une explosion d'ATEX ait lieu, peuvent être représentées par un hexagone. Six conditions à réunir simultanément pour qu'une explosion ait lieu : [36]

1. Présence d'un combustible
2. État particulier du combustible, qui doit être sous forme de gaz, de brouillard ou de poussières en suspension dans l'air
3. Présence d'un comburant (en général l'oxygène de l'air)
4. Présence d'une source d'inflammation
5. Obtention d'un domaine d'explosivité (domaine de concentrations du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles)
6. Confinement suffisant (en absence de confinement, on obtient un phénomène de combustion rapide avec des flammes importantes mais, généralement, sans effet de

pression notable). Le confinement n'est pas une condition indispensable mais représente un facteur aggravant du phénomène d'explosion et des risques associés.

Une explosion d'ATEX entraînant des sinistres graves qui font des victimes et causent d'importants dégâts matériels. L'augmentation brutale de pression générée par l'explosion provoque un effet de souffle et une onde de pression. La surpression brutale a des effets dévastateurs non seulement sur les constructions, mais aussi sur l'homme (rupture du tympan, brûlures sévères ou mort immédiate).

Sur le lieu de travail, des atmosphères explosives peuvent se former, en raison de la présence de :

- gaz et vapeurs combustibles
- poussières combustibles, nuages explosifs

V. 2. 18 Risques psychosociaux

Les risques psychosociaux concernent les situations de travail à risque de stress, de violences internes (dont le harcèlement moral) et externes (agressions, conflits, tensions avec le public ou la clientèle).

Ce sont des risques qui peuvent être induits par l'activité elle-même ou être générés par l'organisation du travail. [36]

Les risques psychosociaux peuvent affecter la santé physique (maladies cardiovasculaires, troubles musculosquelettiques, maladies infectieuses…) ou mentale (troubles anxieux, dépression, suicides, tentatives de suicide…).

V. 2. 18. 1 L'exposition aux risques :

Pour le risque de violence externe :

L'exposition des salariés à un public en détresse (dans les secteurs de la psychiatrie, des agents de sureté...) ou une clientèle potentiellement hostile (clients victimes de malfaçons, de services de mauvaise qualité, d'erreurs de facturation…)

Pour le risque de violence interne

- la mise en concurrence des salariés et arbitrages partiaux de la part de la direction ;
- le management par la peur ;

- l'atteinte à la dignité (interdiction abusive de parler pendant le travail sans rapport avec les exigences du poste, refus de pauses physiologiques...) ;

Pour le risque de stress

- de longues heures de travail
- des changements fréquents d'organisation du travail, des organigrammes, des équipes…
- des ordres contradictoires ;
- le management par l'affectif

V. 2. 19 Risques routiers ou déplacement professionnelles

Du fait de leur activité professionnelle, de nombreux salariés passent une partie importante de la journée au volant d'un véhicule, dans le cadre d'une mission qu'ils effectuent pour leur entreprise. Celle-ci peut nécessiter l'utilisation d'une voiture légère, d'un véhicule utilitaire ou encore d'un deux-roues motorisé, ou d'un poids lourd.

Ces salariés sont exposés à un risque important d'accident sur la route. Au-delà des risques de dommages corporels, ils sont exposés également, en permanence à des risques physiques (vibrations, bruit), et psychosociaux qui doivent être pris en compte. [36]

V. 2. 19. 1 L'exposition aux risques :

- des déplacements fréquents, dans des conditions difficiles : dispersion des lieux de travail, éloignement des chantiers, nombreux rendez-vous sur une même journée, horaires de livraison imposés, en circulation urbaine dense, dans des conditions météorologiques dégradées…
- des véhicules :
  - défaillants (pneus sous-gonflés, état des freins…)
  - insuffisamment équipés (absence de climatisation…)
  - mal aménagés selon les charges à transporter
- des modes de communication : usage d'appareils pendant la conduite (téléphone portable, GPS…), utilisation du véhicule comme d'un bureau mobile

V. 3 Tableau de l’évaluation des risques professionnels sur l’appareil SNNUBING

Après avoir terminé tout cela, les résultats sont recueillis dans la table d'EVRP (voire le tableau ci-dessus), qui contient principalement du type de risque et sa gravité, ainsi que les mesures préventives nécessaires. [1]

Source de danger	Scénario de danger	Impacts dommages	victime	N. Risque		Criticité P	Mesures de prévention	
				NG	NE		Existantes	A proposer
Bruit	**Bruit émis par :** - Power pack : (83db a 113db) - Unité de pompage (100db 102db) - Motopompe : 80db - Grue, Groupe électrogène, Martelage - Matériels roulant (plateforme) entre (76db 113db) avec Durée d'exposition ≥ 11 h/j	Effet auditifs et extra auditifs	Toute équipe Snubbing : Chef de chantier Chef de post. Ingénieur Snubbing. Opérateurs Grutier	**NG 4**	**I**	**P1**	Safety meeting journalier. Port des EPI : * Bouchant d'oreille. * Serre tête anti- bruit. Surveillance médicale des personnels.	- EPI auditif adéquat (casque antibruit) - Formation et sensibilisation - Vérifie l'existence des silencieux (moteur à combustion). - Utiliser des Moteurs insonorisé - Doter les moteurs GM en silencieux conforme. - Etablir un programme de maintenance préventif des moteurs GM. - Se doter de sonomètre adéquat. - Mise à jour de la Cartographie de Bruit pour chaque Chantier.

Vibration	- Marteau : Utilisation des outils à main - Clé hydraulique : Lors de Manipulation de la Clé hydraulique	Trouble ostéo Articulaire	Chef de post Ingénieu Snubbing Opérateur	**NG 2**	**I**	**P3**	Surveillance médical. EPI	- Instaurer une rotation dans le post - Entretenir les outils et équipements et les changer au besoin
Chaleur	- Chaleur dégagée par le Moteur GM, Groupe Electrogène.	- Fatigue. - Contrainte de chaleur.	Toute équipe Snubbing	**NG 1**	**M**	**P5**	EPI	EPI, tenue d'été.
Climat (intempérie)	- Exposition au froid, vent de sable, chaleur, pluie…. ≥10h/j	- Fatigue - Déshydration - Brulure - Gelure - Angoisse	Chef de post Ingénieur Snubbing Opérateur Grutier	**NG 2**	**M**	**P4**	- Eau potable suffisante - Arrêt de l'activité, exigence du client (vent de sable).	- Mettre à la disposition des opérateurs des glissières pour réduire les déplacements durant le changement de poste. - Réduction de la durée d'exposition. - Tenu d'hiver et d'été adapté. - Organisation du travail.
Poussière	- Emission des poussières (Circulation du personnel sur chantiers), vent de sable	Irritation oculaire	Toute équipe Snubbing	**NG 2**	**M**	**P4**	EPI.SRT lunette adéquate	- Nettoyage humide. - Masque. - Lave œil

Produits chimiques	Manipulation des Produit chimique / liquide : - Acide sulfurique - Gasoil - Boue de forage - Huile - La mousse anti incendie - Reformat	- Effet caustique - Bouton d'huile - Eczéma - Irritation cutanée	Chef de post Ingénieur Snubbing Opérateur Grutier	**NG 2**	**M**	**P4**	Safety meeting journalier sensibilisation Surveillance médical EPI	- Respect du port des EPI. - Combinaison et gants spécifique aux produits. - Respect des procédures de travail. - Respect des conditions de stockage.
Ergonomique	- Debout au cours des opérations. - Descente et remonté au niveau de BOP, tête de puits - Mauvaises postures - La position lors du Manipulation de la Clé hydraulique - Hauteur du rack insuffisante - Position de la passerelle 9m de haut.	TMS	Toute équipe Snubbing	**NG 4**	**I**	**P1**	- Safety meeting journalier -Sensibilisation formation sur les gestes et postures	- Soulever le niveau du rack >80cm - Réduire le poids unitaire des charges. - le recours aux équipements de manutention automatisés et/ ou mécaniques. - Se doter de moyens pour prévenir le travail dans des mauvaises postures.

	- Chargement et déchargement du matériel ainsi le montage et le démontage de l'appareil							
Charge physique	- Porte et Manutention de charge > 25 Kg - Manipulation manuelle des charges (charges lourds) - Montage et démontage de l'appareil	- fatigues, douleurs - accidents et/ou Maladies : TMS	Chef de post Ingénieur Snubbing Opérateur	**NG4**	**I**	**P1**	- Sensibilisation formation sur les gestes et postures - Grues - Clark - Surveillance médical	- le respect de la réglementation relative aux limites de port de charges - Réduire le poids unitaire des charges (vanne de sécurité) - le recours aux équipements de manutention automatisés ET/ ou mécaniques - Organisation du travail (La cadence…)
Charge mentale	- Exigence client. - Manque des équipements et outillages.	- Fatigue - mentale - Stress	Toute équipe Snubbing	**NG 3**	**I**	**P3**	Surveillance médical	- Mettre à la disposition des opérateurs, les équipements et l'outillage nécessaire. Pour

	- Non-respect du système de travail (4x4). - La concentration sur le tableau de commande durant toute l'opération. - Poste sécuritaire. - Horaire de travail : - Passerelle : 2h/poste. - Equipe : de 6h à 18h. - Affectations à des taches sans rémunération conséquente.	- Accidents						l'accomplissement de leurs tâches. - Respecter le système de travail (4x4). - Alternance de travail. - Motivation conséquente - Revoir l'organisation du travail. (la prescription et la cadence. - Revoir le niveau des compétences aux niveaux des équipes. - Instaurer un système de gestion de carrière objectif. - Amélioration des conditions de vie au niveau des bases
Travail en hauteur	Montée et descente de : Echelle Passerelle. BOP. Tête de puits.	Traumatisme Décès.	Chef de post Ing Snubbing Opérateur	**NG 4**	**I**	**P1**	Chaussures antidérapantes Harnais et Stop chute adéquate	- Installation de garde-corps ou autre moyen. - Utilisation de dispositifs de protection individuelle. - Mettre en place des équipements de protection

	Escaliers Plateforme de puits.						Sensibilisation et formation Surveillance médical	collective (échelles, escaliers, et échafaudages …) aux points d'accès aux postes de travail. - Vérification et Contrôle de conformité des équipements de sécurité (certification) - Utilisation des JSA.
Heurts de personnes	- Au cours de la remonté et descente du tubing - Mauvaise utilisation des outillages a main (Frape des doigts et main).	Accidents Traumatisme	Opérateur	**NG 2**	**M**	**P4**	- Safety meeting journalier - EPI adéquate (casque, chaussures de sécurité, gants…)	- Formation et sensibilisation du personnelles sur les accidents corporelles - Délimitation de la zone à risque.

Manutention manuel	- Outillage (masses, clé…). - élévateur. - câble. - Chaîne. - Elément de substructure - Chutes de pièces et organes lourdes lors des DTM	Traumatisme variable ou grave.	Toute équipe Snubbing	**NG 3**	**M**	**P3**	- Port des EPI (casque de sécurité, lunettes). - Passerelles normalisées. - Safety meeting journalier	- Protection des flexibles par des gaines. - Contrôler régulièrement l'état des flexibles. - Maintien de l'outillage et la masse. - Respect des consignes du périmètre de sécurité.
Projection	- Flexible sous tension. - projection des flexibles et cheksanes. - Liquides : (boue de forage). - Pression - Eclatement des flexibles sous pression.	Accidents et traumatismes	Chef de post Ingénieur Snubbing Opérateurs	**NG 4**	**M**	**P2**	- Contrôler régulièrement l'état de fixation des flexibles. - Faire des actions de sensibilisations traitant le sujet.	- La mise en œuvre des modes opératoires. - Fixation des cheksanes par des câbles. - Combinaison spécifique. - Faire le contrôle technique de toute les machines et équipements de travail. - Etalonner les instruments de mesure et contrôle.

							- Port des EPI (casque de sécurité, lunettes). - Test hydraulique des installations et des flexibles. - Pour chaque appareil de levage, un - carnet de maintenance doit être établir et tenir à jour.	- Mise à jour de procédure d'arrêt d'urgence et des exercices de simulation. - Prévoir des gaines de sécurité pour le raccordement des flexibles en cas de détachement.
Electricité	- Installation /Réparation de Circuit électrique, groupe électrogène … - court-circuit	Brûlures. Electrocution	Chef de post Ingénieur Snubbing	**NG 2**	**M**	**P4**	Mise à la terre. EPI.	- Vérification Périodique de l'installation électrique par un électricien qualifié. - Habilitation électrique - EPI adéquate

			Opérateurs					- Respect des consignes de sécurité - Formation/sensibilisation sur le risque Electrique
Outillage	- Outillage ne répondant pas aux normes - Manque de marteau en bronze (explosion) - Clef a griffes lâchage - Manipulation de tendeur	- traumatisme - Plaies - Elongations	Chef de post Ingénieur Snubbing Opérateurs	**NG 2**	**M**	**P4**	EPI	- Consignes de sécurité - Procédures de travail - Se doter d'outillage adapté à la tâche.
Pression	- Augmentations de la pression des puits Explosion - Travail dans des puits en production. Explosion	Plaies Traumatisme grave.	Toute l'équipe Snubbing	**NG 4**	**M**	**P2**	- Contrôle permanent des paramètres de puits. - Test durant le démarrage par l'explosimètre	- Consignes de sécurité. - Faire des exercices de simulation.
Gaz	- Fuite plat forme et puits Incendie - Venu de gaz. Explosion	Brûlures. Traumatismes graves.	Toute l'équipe Snubbing	**NG 4**	**M**	**P2**	- Utilisation d'un outillage ADF (masse, clé	- Consignes de sécurité.

	- Travail sur des puits Actif. - Explosion						en bronze au cours des travaux. - Test durant le démarrage par l'explosimètre du client. - Moyen de lutte contre l'incendie	- Doter chaque chantier snubbing en détecteur de gaz et explosimètre. (Test pour chaque visite de la plateforme de puits) - Formation sur l'utilisation des détecteurs de gaz.
Déplacements routiers	- Déplacements Divers : - DTM, Relève…	Traumatisme Accidents graves.	Toute l'équipe Snubbing Grutier Chauffeur	**NG 5**	**I**	**P1**	- Formation conduite défensive. - Procédures gestion routière - Sensibilisation des conducteurs sur les Risques routiers, par	- Formation conduite défensive. - Les véhicules doivent être entretenus régulièrement en fonction de la fréquence d'utilisation par des inspections HSE, check listes des véhicules, carnet de bord. - Evaluation des conducteurs. - Suivi strict des drives right Par le contrôle HSE.

							des compagnes de sensibilisations.	- Multiplier les compagnes de sensibilisation des conducteurs sur les Risques routiers. - Mettre à jour et actualiser le permis de conduire ENSP.
Infections	- transport de nourriture vers les chantiers - manque d'hygiène aux niveaux des cabines de chantier	- intoxication alimentaires - autres infections possibles	Toute l'équipe Snubbing Grutier	**NG 4**	**I**	**P3**	- Inspection périodique - Sensibilisations	- Doter le restaurant avec des portes mangées isotherme réchauffant (allume cigare).
Animaux dangereux	- Envenimations scorpionique et vépérenne. - Morsure de chiens errants	- Etats de choc voire la mort - La rage - Choc psychique	Toute équipe Snubbing Grutier	**NG 5**	**F**	**P1**	Safety meeting journalier	- Doter les infirmeries par les médicaments nécessaires. - Insister sur l'hygiène sur les du travail.
Coupure et piqure	- Manutention des objets et utilisation des outils	- Plaies et piqûres au	Toute équipe Snubbing	**NG 2**	**M**	**P4**	- Safety meeting	- Gants adaptés

	tranchants ou piquants (tournevis, couteau, pinces…)	niveau des mains					- Procédure de travail - EPI adéquat	- Sensibilisation pour meilleur vigilance pendant le travail

V. 4 Le risque majeur d'activité SNUBBING

Le risque majeur des opérations de SNUBBING est les risques dus à la haute pression, Ce risque est caractérisé par un niveau bas de fréquence d'occurrence et par un niveau élevé de gravité de dommage.

La gravité de ses résultats est inexacte qui dépasser les capacités de réaction de la société, mais dans la plupart des accidents, elle entraîne des pertes humaines (mort, brulure, blessure, fracture et choc psychologique...), des dégâts matériels (dommages à la plate-forme, les équipements...), des impacts environnementales et arrêté de production.

Le contrôle des puits contre l'augmentation indésirable de la pression sont devenus des sujets particulièrement importants dans l'industrie de la production d'hydrocarbures. [22] [34]

La pression est la principale cause qui conduit à l'un des plus grands risques, qui est connu sous le nom d'éruption (BLOWOUT). Le puits passe par un phénomène de venue (Kick) avant qu'une éruption ne s'arriver. Ce risque se produit en deux étapes :

V.4. 1 La venue (KICK)

Une venue est un écoulement inattendu et indésirable de fluides de formation dans un puits. Lorsque la pression dans l'espace poreux de la formation peut être supérieure à la pression hydrostatique (le puits lorsque la pression de la formation à vaincre la pression de puit). Si tel est le cas, les fluides de formation entreront dans le puits et commenceront à déplacer le fluide du puit (la haute pression de formation tend à pousser les fluides de formation dans le puits). Tout afflux de fluides de formation (pétrole, gaz ou eau) dans le puit. Les venues involontaires, s'ils ne sont pas détectés et manipulés correctement, conduisent à des éruptions. Le non-contrôle d'une venue peut conduire à une éruption de puits et aux phénomènes dangereux associés (explosion, incendie, rejet toxique et pollution). [28] [29] [34] [37] [27]

V. 4. 2 L'éruption (BLOWOUT)

Les fluides vont continuer à entrer dans le puits. Ce qui finira par dégénérer en écoulement incontrôlé du puits. Plus grave encore, conduit à ce qui est connu comme une « éruption ». Alors l'éruption est une venue qui n'a pas été contrôlé correctement.

Une éruption se produit lorsque l'écoulement incontrôlé de fluides de formation vers la surface ou dans une autre zone du même puit de forage ouvert.

Les éruptions sont les accidents les plus tragiques dans le domaine du forage, du reconditionnement et des services de puits, entraînant souvent la mort et des blessures du personnel, la perte du puits et de sa production potentielle et de graves dommages à l'environnement.

Une étincelle des roches éjectées ou simplement la chaleur générée par le frottement, lors d'une éruption peut entraîner un incendie catastrophique ou explosion. [28] [29] [34] [37] [27]

V. 4. 3 Le contrôle de puits (WELL CONTROL)

Le contrôle de puits est la technique utilisée dans les opérations pétrolières et gazières telles que le forage, le reconditionnement de puits (WORKOVER) pour maintenir la pression hydrostatique en état d'équilibre avec une pression de formation qui empêche l'afflux du réservoir lors de l'exécution des opérations dans le puits.

Cette technique implique l'estimation des pressions des fluides de formation, la résistance des formations souterraines et l'utilisation de la boue pour compenser ces pressions de manière prévisible. Et l'utilisation aussi de BOP. [28] [29] [37] [27]

V. 4. 4. La Prévention contre les éruptions

La clé de la prévention des éruptions est la détection et le contrôle des venues, donc apprendre les causes et les indications des venues potentiels. Le but est d'accomplir toutes les tâches de manière sûre et efficace sans effets néfastes sur l'environnement. Cet objectif ne peut être atteint que si le contrôle du puits est maintenu à tout moment par un personnel expérimenté qui est capable de détecter quand le puits est en train de donner un coup de pied et de prendre des mesures appropriées et rapides, il est l'essence même de la prévention des éruptions. [34]

Les opérations de SNUBBING dans un puits sous pression dépendent d'une barrière de sécurité principale qui est le BOP. En référence au premier chapitre, qui montre l'importance du mécanisme de fonctionnement des obturateurs anti-éruptions (BOP).

Les extinctions, les établissements et les réseaux anti incendie sont des mesures de protection en cas d'incendie et d'explosion occurrent dans un chantier de SNUBBING, Il vise à réduire

la gravité du risque et à empêcher la propagation du feu et protéger tout ce qui entoure la zone de risque.

La présence permanente d'ambulances dans le chantier est considérée comme un incontournable.

La mise en place du système d'évacuation peut réduire le temps d'exposition au danger et avoir une chance de s'enfuir.

V. 5 Conclusion

A la fin de ce chapitre, L'application de l'EVRP à l'appareil SNUUBING donner un inventaire de tous les risques potentiels, Mais avec une différence de priorité. à travers le tableau, il est également possible d'identifier le risque majeur (les risques résultant de la haute pression) qui se caractérise par un dommage très grave avec une fréquence d'occurrence faible ou rare. L'appareil s'appuie sur BOP pour contrôler la pression, car c'est la principale barrière de sécurité. Le reste des mesures sont des barrières de protection visant à réduire la gravité des dommages.

Conclusion

De ce qui précède, nous concluons que SNUBBING est un travail sous pression qui permet de réaliser les différentes opérations au niveau de puits, la présence de cette grande pression est considérée comme une menace réelle qui conduit à des risques majeurs. Ce processus comporte trois étapes: SNUNB, point d'équilibre et SLIP, qui présentent le même risque (c'est le risque de pression). L'appareil qui effectué ce processus est divisé en trois types: HRL, HRS (Unité autonome à vérin concentrique) et HRS (Unité autonome à vérins multiples), Chaque type a ses avantages et inconvénients. L'appareil SNUBBING contient d'un système de sécurité de puits (Blowout Preventer), Pour assurer la sécurité pendant l'opération.

L'EVRP est venu pour empêcher ces risques, Le processus commence par la préparation de l'évaluation, l'identifier des, l'évaluation les risques potentiels par l'estimation de ses fréquences et l'évaluation de ses gravités de dommages, La mise en place des mesures de prévention et de protection en fonction de la priorité des risques qui en résultent. Enfin, les résultats de l'évaluation sont suivis et contrôler à l'aide des outils spécifiques. Les résultats sont recueillis sur le tableau d'EVRP dans le document unique (DU).

Le risque majeur de l'activité SNUBBING est le risque lié à pression. Alors que leur gravité du risque a été évaluée avec un atteinte irréversible et détérioration ou la mort, et l'estimation de leur niveau d'exposition Moyenne, ces deux critère se produit un niveau critique « critique» et situé dans la zone rouge. Lorsque les mesures préventives doit miser en place immédiatement.
En premier classe, la première priorité concerne les risques suivants: Bruit, Travail en hauteur, Charge physique, Déplacements routiers, Ergonomique et Animaux dangereux. Alors que leurs gravité du risque a été évaluée entre NG4 (atteinte irréversible avec détérioration) a NG5 (mort), et l'estimation de leurs niveau d'exposition est entre I (important) a F (faible), ces deux critère se produit un niveau critique catastrophique et situé dans la zone rouge. Lorsque les mesures préventives doit miser en place en première priorité pour ces risques.
En deuxième classe, la deuxième priorité concerne les risques suivants: Projection et les risques associés au fuit de Gaz. Alors que leurs gravité du risque a été évaluée NG4 (atteinte irréversible avec détérioration), et l'estimation de leurs niveau d'exposition est M (Moyen), ces deux critère se produit un niveau critique « critique » et situé dans la zone orange. Lorsque les mesures préventives doit miser en place en deuxième priorité pour ces risques.

En troisième classe, la troisième priorité concerne les risques suivants: Vibration, Charge mentale, Manutention manuel, Infections. Alors que leurs gravité du risque a été évaluée entre NG2 (atteinte réversible sérieuse), NG3 (atteinte irréversible sans aggravation) et NG5 (atteinte irréversible avec détérioration), et l'estimation de leurs niveau d'exposition est entre I (Important) a M (Moyen), ces deux critère se produit un niveau critique « urgent » et situé dans la zone orange. Lorsque les mesures préventives doit miser en place en troisième priorité pour ces risques.

En quatrième classe, la quatrième priorité concerne les risques suivants: Climat (intempérie), Poussière, Produits chimiques, Heurts de personnes, Electricité, Outillage et Coupure et piqure. Alors que leurs gravité du risque a été évaluée NG2 (atteinte réversible sérieuse), et l'estimation de leurs niveau d'exposition est M (Moyen),), ces deux critère se produit un niveau critique « dangereux » et situé dans la zone verte. Lorsque les mesures préventives doit miser en place en quatrième priorité pour ces risques.

En cinquième classe, la cinquième priorité concerne le risque de chaleur. Alors que leur gravité du risque a été évaluée NG1 (peu d'atteinte à la santé), et l'estimation de leur niveau d'exposition est F (faible), ces deux critère se produit un niveau critique « acceptable » et situé dans la zone verte. Lorsque les mesures préventives doit miser en place en cinquième priorité pour ces risques.

Les mesures préventives en place sont faibles, et les mesures proposées ne sont pas suffisantes pour éliminer les risques. Si un budget important est alloué pour éliminer ces risques. Cela peut éviter à l'entreprise des pertes plus importantes en cas d'occurrence d'une catastrophe. À la fin la prévention est l'affaire de tous.

Les références bibliographiques

Numéro	La référence
1	Document interne
2	Feddaoui Youcef et Merabet Imed Eddine, 96 p, Mémoire de master, UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR, ANNABA, Algérie. 2019
3	Alain Desroches, « Concepts et méthodes probabilistes de base de la sécurité », France, 1995, P1.
4	IEC 61508, « Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic (E/E/PE) safety related systems », International Electro-Technical Commission (IEC), 1998.
5	OHSAS 18001, Système de management de la santé et de la sécurité au travail-exigences -BSI, 2007, P2-4.
6	Groupe d'INRS, le 01 mai 2021, Document électronique, [INRS], URL : http://www.inrs.fr/demarche/evaluation-risques-professionnels/ce-qu-il-faut-retenir.html
7	Mohamed-Habib MAZOUNI, 210 p, Thèse de doctorat, université de Lorraine, Nancy, France. 2008
8	Yuvin Chinniah et Mathieu Champoux, 34 p, Sécurité des machines - Appréciation du risque, irsst
9	M. A. C. Barren et Dr C. Chavalitnitikul et M. K. C. Gupta, Prévention des accidents industriels majeurs, Bureau international du Travail, Genève, Suisse. 1990
10	Cécile CRIDELICH, 330 p, thèse de doctorat, Mines ParisTech - Université PSL, Sophia Antipolis, France. 2011
11	Saber ALOUI, 170 p, thèse de doctorat, L'Université PSL (Paris Sciences & Lettres), Paris, France. 2007
12	MOHAMED SALLAK, 193 p, thèse de doctorat, université de Lorraine, Nancy, France. 2007
13	Nouhed ACHOURI, 66 p, Mémoire de magistère, Université El-Hadj Lakhdar, Batna, Algérie. 2009
14	MEZNAD Nesrine et MEZNAD Wissam, 92 p, Mémoire de master, UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA, BEJAIA, Algérie. 2019
15	William Dab, manager santé et sécurité au travail, édition DUNOD, paris 2013, page 54 ,55
16	Jean-Christophe Le Coze, Samantha Lim, Nicolas Dechy. Gestion des presque accidents et accidents majeurs : premier bilan d'une enquête sur des sites SEVESO. Colloque de maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement "Risques et performances", Oct 2006, Lille, France. pp.8. ffineris-00973239
17	HADDOUCHE Youcef et ABBAS Rachid, 157 P, Mémoire de master, Université Abderrahmane MIRA, Bejaia, Algérie. 2018

18	TADJINE Rachid, Guide de la sécurité sociale, édition Dahlab, ALGER, (l'année non cité), P 89.
19	2 DUNONT(A), Santé et sécurité au travail et fonction publique, édition Masson, PARIS, 2000, P 126.
20	Jeanne Mager Stellman, 4838 pages, Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, International Labour Organization, France. 2000
21	Vincent, C., Ennis, M., Audley, R.J., Medical Accidents, Oxford : Oxford University Press, 1993
22	Wikipédia L'encyclopédie libre
23	SIGES Seine-Normandie (Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Seine-Normandie) http://sigessn.brgm.fr/
24	Denis Perrin, Georges Gaillot et Michel Caron, 347 p, « Techniques d'exploitation pétrolière: La production fond », Editions Technip, Paris, France. 1995
25	OILFIELD TEAM https://oilfieldteam.com/en
26	DRILLING COURSE -Your Way to Drilling and Well Engineering https://www.drillingcourse.com/
27	Robert D. Grace, Blowout and Well Control Handbook, 469 p, Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas. 2003
28	"Guide to Blowout Prevention: Third Edition", WCS- Well Control School Houston, Texas, USA. 2017
29	Robert D. Grace, "Advanced Blowout & Well Control", 396 p Gulf Professional Publishing, Houston, Texas, USA. 1994
30	Magdeleine Moureau et Gerald Brace et Grégoire Sevadjian, "Dictionary of Drilling and Boreholes. English-French, French-English: Dictionnaire du forage et des puits. Anglais-Français, Français-Anglais", 343 p, Editions TECHNIP. Paris, France 2011
31	Magdeleine Moureau et Gerald Brace, "Comprehensive dictionary of petroleum science and technology", 990 p, Editions TECHNIP, Paris, France. 1993
32	manuel snubbing / hwo, Document interne
33	Saadallah Okba et Slimani Slimane, 78 p, Mémoire de master, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, Algérie. 2017
34	Ahmed ADJADJ, Franck PRATS, Aurore SARRIQUET, "Document de synthèse relatif à une Barrière de sécurité sur les installations de forage d'hydrocarbures Onshore", l'INERIS, France. 2019
35	Lafifi Imad et Kadi Ilyes et Belaouira Mohammed, 75 p, mémoire de master, UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, Algérie. 2016
36	institut national de recherche et de sécurité (inrs)
37	BJORN GJORV, mémoire de master, 62p, Université A&M du Texas, USA. 2003

38	Mohamed Habib Mazouni, Habib Hadj Mabrouk. Méthode et Formalisme de base pour l'Analyse Préliminaire des Risques dans le Transport Ferroviaire. Sixth International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control, STA'2005, Dec 2005, Sousse, Tunisie. pp.STA05-CM-45. hal-00160738
39	HADDOUCHE Youcef et ABBAS Rachid, 157 P, Mémoire de master, Université Abderrahmane MIRA, Bejaia, Algérie. 2018

L’annexe 1

La grille de criticité

