الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 للعلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف

Université d'Oran 2 Mohamed Benahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي

Institut de maintenance et sécurité Industrielle

Département de sécurité industrielle et enivrement

Filière : Hygiène et sécurité industrielle

Spécialité : sécurité industrielle et environnement

Mémoire

Dans le but de l'obtention du diplôme de Master

Thème

Evaluation et prévention des risques professionnels au sein de l'entreprise

Réalisé par :

Errouane Sarra et Kaddouri Hadjira Zohra

Nom et prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mimouni chahinez	MCA	IMSI	Président
Beloufa Khadidja	MAA	IMSI	Encadreur
Serat fatime zohra	MCB	IMSI	Examinatrice

Année universitaire : 2025/2026

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier sincèrement Me Beloufa. Kh, qui est en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, laide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté a notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et mes soeurs, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Résumé :

Les risques professionnels sont nombreux au sein de l'entreprise, faisant de celle-ci un milieu de travail à haut risque. Elle combine les dangers communs à toute activité de travail avec ceux spécifiques à son secteur, mettant ainsi en péril tant les travailleurs que les équipements. Cette étude s'inscrit dans le domaine de la santé et de la sécurité au travail. Elle vise à évaluer les risques professionnels (EvRP) dans les entreprises algériennes en proposant une démarche pour l'EvRP et en réalisant cette évaluation au sein de l'entreprise.

Summary:

Occupational risks are numerous within the company, making it a high-risk work environment. It combines the inherent dangers of any work activity with those specific to its industry, thereby endangering bothworkers and existing equipment. This study falls within the realm of occupational health and safety. It aims to assess occupational risks (EvRP) in Algerian companies by proposing an EvRP approach and conducting this assessment within the company.

الملخــص :

هناك العديد من المخاطر المهنية داخل الشركة، مما يجعلها بيئة عمل عالية المخاطر. فهو يجمع بين المخاطر المشتركة في أي نشاط عمل وتلك الخاصة بقطاعه، مما يعرض العمال والمعدات للخطر. تدخل هذه الدراسة في مجال الصحة والسلامة المهنية. ويهدف إلى تقييم المخاطر المهنية (EvRP) في الشركات الجزائرية من خلال تطبيق نهج لـ EvRP وتنفيذ هذا التقييم داخل الشركة

Table des matières

Table des matières

Chapitre I: Les risques professionnels et leur prévention en entreprise

liste des figures..... I

liste de tableaux..... II

liste des abréviations.....III

Introduction 1

I- Notion générale 1

Risque 2

Danger 2

Exposition 2

Le risque professionnel 2

II- Les risques professionnels en entreprises 3

II-1- Risque mécanique 3

II.1.1. Définition 3

II.1.2.Les différents risques mécaniques 4

II.1.3. Les sources des risques mécanique 5

II.1.4. Prévention du risque mécanique 5

II.2. Risque chimique 7

II.2.1. Définition 7

II.2.2. Les différents types de risque chimique 8

II.2.3. La prévention des risques chimiques 11

II.3. Risque électrique 15

II.3.1. Définition 15

II.3.2.Risques liés à l'électricité 15

II.3.3. Prévention des risques électriques 16

II.4. Risque incendie 20

II.4.1. Définition 20

II.4.2. Dommage sur la personne 23

II.4.3. Dommage sur l'environnement 23

II.4.4. Conséquences financières et économiques 23

II.4.5. Prévention du risque incendie 24

II.4.6. Procédure à suivre en cas d'incendie 26

II.5. Risque de chute de plain-pied 30
II.5.1. Définition 30
II.5.2. Facteurs de risques 30
II.5.3. La démarche de prévention 31
II.6. Risque physique 33
II.6.1. Définition 33
II.6.2. Bruit 33
II.6.3. Rayonnement 35

Chapitre II: Les méthodes classique utilisé dans l'analyse des risques et l'évaluation des risque professionnels

- Introduction 38
I- Les méthodes classiques d'analyses les risques 39
I.1. Analyse préliminaire des risques (APR) 39
I.1.1. Historique et définition 39
I.1.2. Les principes 39
I.1.3.Déroulement 40
I.2.La méthode HAZOP 41
I.2.1. L'objectif 41
I.2.2.Programme 41
I.3.La méthode arbre de défaillance 43
I.3.1. Principe de l'ADD 43
I.3.2. Caractéristiques de 'ADD 43
I.3.3. L'objectif de l'AdD 44
I.3.4. Les avantages et les limites 44
I.4. Arbre des évènements (ADE) 44
I.4.1. Historique et domaine d'application 44
I.4.2. Principe de l'ADE 45
I.4.3. Les avantages et les limites 46
I.5. L'analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticités AMDEC 46
I.5.1.Définition 46
I.5.2. L'historique d'AMDEC 47
I.5.3. Principe de l'AMDEC 48
I.5.4. Les étapes de la méthode AMDEC 49
I.5.5. Les avantages et les limites 49
I.6. Nœud papillon 50

I.6.1. Historique et domaine d'application 50
I.6.2. Principe du nœud papillon 50
I.6.3. Limites et avantages 53
II. Évaluation des Risques Professionnels EVRP 53
II.1. Qu'est-ce que l'Évaluation des Risques Professionnels ? 53
II.2. L'importance de l'Évaluation des Risques 54
II.3. Les étapes de l'EVRP 55

Chapitre III: Evaluation des Risques professionnels au niveau de NAFTAL

Introduction ..... **Erreur ! Signet non défini.**
I . Présentation de NAFTAL 58
I.1. définition de NAFTAL 59
I.2. Présentationde la société NAFTAL et GPL TISSEMSILT CE-381 59
I .2.1. Situation Géographique 59
I.2.2.Description générale 60
I.3. Processus de fabrication 60
I.3.1. Le réseau national de distribution 60
I.3.2. Activités et missions 61
I.3.3. Services et produits 61
I.4. Organisation du travail 62
I.5. Organigramme de sécurité 63
I.6. Les principales sections du MCE et leurs rôles 63
- Missions principales du centre emplisseur 63
- Missions Les Directions HSE/ Branches sont chargées de 64
- Mission de premier responsable de la structure opérationnelle (siège administratif 65

II.1. Evaluation des risques professionnels au niveau de MCE 65
TISSEMSILT 65
II.1.1. Démarche de l'EvRP 65
II.1.2. Champ d'application 66
II.2. Présentation de l'EvRP 66
II.2.1. Éléments essentiels de l'EvRP 66
II..2.2. La mise en œuvre de l'étude 67
II.3. Application de EVrP sur MCE Tissemsilt 70
II.3.1. DO Plan d'ensemble des zones de risque 70
II.3.2. Correspondances entre les zones géographiques et zones de risques 72

II.3.3. Délocalisation et classement des risques 76

II.3.4. Identification des périmètres 78

II.3.5. Identification des scénarios possibles de dangers 78

II.4. Quantification des scénarios de dangers 82

II.5. Restitution des résultats 87

II.6. Plan d'actions de prévention (correction de la criticité des risques) 89

Conclusion générale 93

Annexes..... ….96

Références bibliographiques..... 101

Liste de figures

Figure 1: pictogramme risque mécanique. 4
Figure 2: substances chimiques 7
Figure 3: l'étiquetage des produits chimiques dangereux 14
Figure 4: danger électrique. 15
Figure 5: prévention de risque électrique. 20
Figure 6: triangle de feu 21
Figure 7: risque incendie 30
Figure 8: chute plain-pied 32
Figure 9: pictogramme de risque bruit 33
Figure 10: pictogramme de danger de radiations 35
Figure 11: arbre de défaillance 43
Figure 12: Structure d'un arbre d'événement 46
Figure 13: la démarche AMDEC 49
Figure 14: Scénario d'accident représenté en model nœud papillon 51
Figure 15: les étapes de l'évaluation des risques professionnels (Registre Unique de Santé et de Sécurité au Travail, 2007) 55
Figure 16: Situation Géographique 59
Figure 17: organigramme de entreprise NAFTAL disteict GPL TIARET 62
Figure 18: schéma d'organisation des intervenante internes 63
Figure 19: la méthode M.A.D.S et la hiérarchisation des risquesprofessionnels proche MADS 69
Figure 20: DO Plan d'ensemble des zones de risque 70
Figure 21: Identification des périmètres 78

Liste de tableaux

Tableau 1: classe de feu..... 21
Tableau 2: Exemple de tableau de type « APR »..... 40
Tableau 3: Légende des évènements du modèle nœud de papillon..... 51
Tableau 4: d'inventaire et classement des risques par zone..... 71
Tableau 5: de Restitution des résultats de l'EvRP..... 85
Tableau 6: du Plan d'actions de prévention..... 89

Liste des abréviations

Abréviation / Acronyme	Signification / Définition
ADE	Arbre des Événements
AdD / ADD	Arbre des Défaillances
AFNOR	Association Française de Normalisation
AMDE	Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
APSAD	Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages
APR	Analyse Préliminaire des Risques
ATEX	Atmosphères Explosives
BLF / BTS	Documents de livraison / transport (Gestion des stocks de NAFTAL)
BPCO	Bronchopneumopathie Chronique Obstructive
BT / BTA / BTB	Basse Tension / Basse Tension catégorie A / Basse Tension catégorie B
CHSCT	Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail
CMR	Cancérogène, Mutagène ou toxique pour la Reproduction
CO2	Dioxyde de carbone
DDR	Dispositif Différentiel Résiduel
DIB	Déchets Industriels Inertes ou Banals
DIS	Déchets Industriels Spéciaux
DOI	Directeur des Opérations Interne (ou Document d'Organisation Interne)
DPT	Département
EPC	Équipements de Protection Collective
EPI	Équipements de Protection Individuelle
ERC	Événement Redouté Central
ERS	Événement Redouté Secondaire
EVRP / EvRP	Évaluation des Risques Professionnels
FDS	Fiche de Données de Sécurité
FMECA	Failure Mode and Effect and Criticality Analysis (AMDEC en anglais)
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
H2S	Sulfure d'hydrogène
HAZOP	Hazard and Operability study (Analyse des risques sur schémas)
HSE	Hygiène, Sécurité, Environnement
IGH	Immeuble de Grande Hauteur
IPR / RPN	Indice de Priorité IPR (Criticité) / Risk Priority Number
M.A.D.S	Méthode d'Analyse des Dysfonctionnements dans les Systèmes
MCE	Mini Centre Emplisseur (Centre lié à

	l'activité de NAFTAL à Tissemsilt)
NAFTAL	Société Nationale de commercialisation et de distribution de produits pétroliers
Oira	Outil en ligne d'évaluation des risques professionnels (EU-OSHA / INRS)
PCO	Poste de Commandement Opérationnel
pH	Potentiel Hydrogène
RIA	Robinet d'Incendie Armé
RP	Risque Professionnel
SCE	Service
Seirich	Système d'évaluation et d'information sur les risques chimiques
STEP	Station d'Épuration des eaux usées
UIC	Union des Industries Chimiques
UV	Ultraviolet
VAT	Vérificateur d'Absence de Tension

Introduction générale

Dans un contexte marqué par le développement des activités industrielles et le renforcement des exigences en matière de santé et de sécurité au travail, la prévention des risques professionnels constitue un enjeu majeur pour les entreprises. Les accidents du travail et les maladies professionnelles engendrent des conséquences humaines, sociales et économiques importantes, affectant aussi bien les travailleurs que la performance de l'entreprise. Il est donc indispensable de mettre en place une démarche de prévention efficace visant à garantir un environnement de travail sûr et à préserver la santé physique et mentale des salariés.

L'évaluation des risques professionnels (EVRP) représente la pierre angulaire de cette démarche de prévention. Elle constitue le point de départ de toute politique de santé et de sécurité au travail en permettant d'identifier les dangers, de recenser et d'analyser les risques auxquels les travailleurs sont exposés, puis de les évaluer afin de définir les mesures de prévention les plus appropriées. Cette démarche prend en considération les dimensions techniques, humaines et organisationnelles de l'entreprise, ainsi que les différences d'exposition aux risques selon les situations de travail. Elle doit être actualisée de manière régulière afin de tenir compte des évolutions des activités, des équipements, de l'organisation du travail et des conditions d'exercice.

Au-delà de son caractère réglementaire, l'EVRP s'inscrit dans une démarche de responsabilité sociale de l'entreprise et d'amélioration continue. Elle mobilise l'ensemble des acteurs de l'entreprise autour d'un objectif commun : assurer la protection des travailleurs, améliorer leurs conditions de travail, prévenir les accidents et les maladies professionnelles, et favoriser une culture durable de prévention.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent mémoire, intitulé « Évaluation et prévention des risques professionnels au sein d'une entreprise ». Réalisé à l'issue d'un stage pratique effectué au sein de NAFTAL, ce travail a pour objectif de mettre en application les connaissances acquises au cours de la formation en étudiant la démarche d'évaluation des risques professionnels au sein de l'entreprise. Il vise à identifier les principaux dangers présents dans les différentes activités, à évaluer les risques associés à l'aide des méthodes d'analyse appropriées et à proposer des mesures de prévention permettant de réduire ces risques et d'améliorer la sécurité des travailleurs.

Afin d'atteindre ces objectifs, ce mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier présente les notions fondamentales relatives aux risques professionnels, à la prévention ainsi qu'au contexte de l'entreprise d'accueil. Le deuxième est consacré aux méthodes d'analyse et d'évaluation des risques professionnels. Enfin, le troisième expose l'étude pratique réalisée au sein de NAFTAL, comprenant l'identification, l'évaluation des risques professionnels et les recommandations formulées en vue de renforcer la prévention et d'améliorer les conditions de travail.

Chapitre I:

Les risques professionnels et leur prévention en entreprise

Introduction :

Les risques professionnels représentent une menace constante pour la santé et la sécurité des salariés, impactant leur bien-être au quotidien. L'évaluation des risques professionnels (EVRP) constitue le point de départ indispensable : elle identifie, recense et analyse ces risques .Obligatoire pour l'employeur et à fait une mise a jour au moins annuellement dans les entreprises de 1l salariés ou plus- ou à chaque changement significatif - , l'EVRP dépasse la simple conformité réglementaire.

Elle améliore la performance globale de l'entreprise en maîtrisant les risques existants, en anticipant les nouveaux (liés aux organisations flexibles ou aux innovations industrielles) et en intégrant la santé au cœur des choix stratégiques. Sa réussite repose sur l'engagement du dirigeant, des outils adaptés, l'autonomie interne, l'association des salariés et des représentants, ainsi que la priorisation des neuf principes généraux de prévention. (INRS, 2024)

I- Notion générale :

Risque :

Un risque est la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger. Cette notion peut également s'appliquer à des situations où il y a perte de biens ou d'équipement ou des effets nocifs pour l'environnement.

Danger :

Un danger est toute source potentielle de dommage, de préjudice ou d'effet nocif à l'égard d'une chose ou d'une personne.

Fondamentalement, le danger peut entraîner un préjudice ou des effets nocifs pour les personnes (p. ex. des effets sur la santé), pour les organisations (p. ex. pertes de biens ou d'équipement) ou pour l'environnement(CCHST, 2020).

Exposition :

L'exposition fait référence aux personnes, aux biens, aux systèmes ou à d'autres éléments présents dans les zones dangereuses qui sont ainsi susceptibles de subir des pertes. Les mesures d'exposition peuvent inclure le nombre de personnes ou de types d'actifs dans une zone. Ceux-ci peuvent être combinés avec la vulnérabilité spécifique des éléments exposés à tout danger particulier pour estimer les risques quantitatifs associés à ce danger dans la zone d'intérêt (INEE, s.d.).

Le risque professionnel :

Tout activité humaine, quels que soit sa nature et le lieu où elle s'exerce, présentdes dangers pour l'homme, autrement dit, des atteintes possibles à sa santé et à l'intégrité deson corps. Ces dangers qui se manifestent essentiellement sous la forme d'accidentcorporels et de maladie de gravités variées, sont appelés risque.

Par RP, il faut entendre tout risque ayant pour origine l'activité professionnelle,

C'est-à-dire le travail rémunéré, indispensable pour vivre de nos jours. Tout phénomène,tout événement qui apparait en milieu de travail et qui présent un danger pour l'homme estappelé risque professionnel. Il n'est pas indispensable que l'atteinte à la santé ait lieuobligatoire dans les locaux et pendant les horaires de travail, comme c'est le cas decertaines maladies professionnelles qui se manifeste souventPlusieurs années, voire quelques décennies après l'exposition (cas de certainscancers de l'amiante) (Messalis, 2017).

II- Les risques professionnels en entreprises :

Il existe plusieurs types ou familles de risques professionnels qui diffèrent les uns des autres par leur nature, leur origine, leurs caractéristiques et leurs conséquences ainsi que par les mesures de prévention qu'ils nécessitent. Par exemple, le risque électrique n'a rien à avoir avec les risques chimiques ou avec le risque de surdité et les mesures de prévention sont différentes les unes des autres.

Il existe différents moyens pour regrouper et classer les risques professionnels ; celle quia été choisie ici est la présentation en fonction de la nature et de l'origine du risque et qui se traduit par des mesures de prévention à peu près similaires pour l'ensemble des situations dans lesquelles existent ces risques, au-dessous, on cite quelques risques professionnels :

- Risque mécanique.
- Risque chimique.
- Risque électrique.
- Risque incendie-explosion.
- Risque de chute de plain-pied.
- Risque physique (Margossian, 2006).

II-1- Risque mécanique :

II.1.1. Définition :

Ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machine, d'outils de pièces ou de matériaux solides ou fluides projetés.

Il est aussi lié à une défaillance humaine ou technique à l'occasion de l'utilisation d'une machine fixe ou mobile ou d'un équipement de travail. Des textes définissent les principes de conception de machines sûres et les vérifications périodiques nécessaires au maintien de leur fonctionnement en sécurité.

Il concerne l'ensemble des travailleurs piquant sur machine : agriculteurs, ouvriers et techniciens, agents de maintenance (Mansouri, 2021).

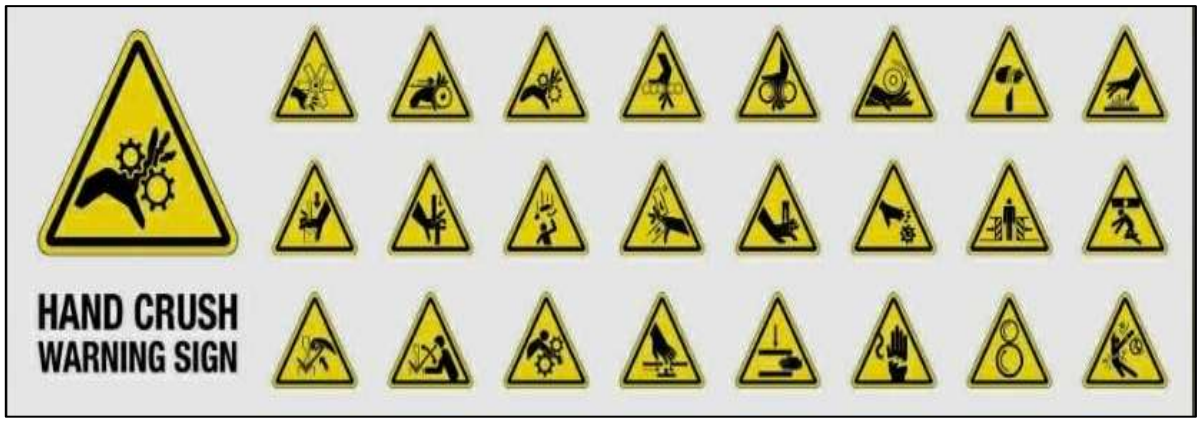


Figure 1: pictogramme risque mécanique.

II.1.2.Les différents risques mécaniques :

Les risques mécaniques prennent une certaine importance lors des travaux suivant :

Les risques mécaniques lors des opérations manuelles : Les petits travaux manuels à l'aide de simples outils comme les pinces, les tournevis, les marteaux, les scies égoïnes,etc. sont fréquents dans les entreprises, même dans celles disposant de machines-outils perfectionnées.

Il en est de même pour les travaux faisant appel à des appareils comme les perceuses, lesScies, les meuleuses, etc.

Toutes ces opérations présentent des risques mécaniques non négligeables, qui se traduisent par des accidents de travail que sont les blessures, les coupures, les piqûres, les hématomes et autres dommages corporels (Margossian, 2003, p. 81).

Les risques mécaniques lors de l'emploi des équipements de travail :

Il s'agit de machines et appareils qui réalisent certaines opérations nécessaires pour la Production, tels que les presses pour le travail métaux, les presses à injection des matières Plastiques, etc.

Tous ces équipements de travail comportent des mécanismes, des organes et des Accessoires qui sont en mouvement pour les besoins de la production. Certains de ces mouvements sont automatisés et extrêmement rapide et, compte tenu de leurs énergies mécaniques élevées, sont dangereux pour les salariés.

Dans ces équipements de travail, les organes de transmission comme les engrenages et les courroies, les parties travaillantes des presses, les cylindres des rotatives imprimantes, lesélingues des appareils de lavages sont des sources de risques mécaniques. Les

emplacements où ces mouvements existent sont appelés zones dangereuses ; l'accès à ces zones dangereuses présentes des risques pour le personnel (Margossian, 2003, pp. 82, 84).

II.1.3. Les sources des risques mécanique :

Les sources des risques mécaniques :

Les salariés se déplacent et bougent en permanence ; ils utilisent des machines et des appareils pleins de mécanismes mobiles. Dès lors, rien d'étonnant que les risques mécaniques soient présents un peu partout dans les entreprises comme dans la vie de tous les jours. Les risques mécaniques prennent une certaine importance lors des travaux suivants :

- Les opérations manuelles avec des outils simples ou des machines-outils portatives ;
- Les opérations faisant appel à des équipements de travail nombreux et variés (Margossian, 2006).

II.1.4. Prévention du risque mécanique :

La démarche générale de prévention des risques permet de maitriser le risque mécanique. Le risque mécanique est indissociable de l'utilisation d'un équipement de travail. Les risques d'accidents du travail doivent être pris en compte dès la conception par un ensemble de mesures de prévention :

- Suppression des phénomènes dangereux.
- Mise en place de protecteurs et de dispositif de protection.
- Le concepteur doit non seulement prendre en compte les conditions normales d'utilisation (installation, production, maintenance, réglage...), mais également
- Maitrise des situations anormales prévisibles.

Obligation réglementaire :

Le fabricant respecte la directive Machines 2006/42/CE, transposée dans le Code du travail, imposant des exigences essentielles de santé et sécurité.

Intégration de la sécurité en conception :

Intégrez la sécurité dès le cahier des charges jusqu'à la réception, pas en fin de projet (où les mesures correctives sont coûteuses et moins efficaces).

Cahier des charges : Spécifications pour analyse des risques adaptée.

Avant-projet et conception détaillée : Mesures hiérarchisées et progressives.

Hiérarchie des mesures de prévention :

1. Intrinsèques : Supprimer ou réduire le risque à la source via caractéristiques de l'équipement (géométrie, physique, mécanique). Exemples : éloigner dangers, limiter énergies (vitesse, efforts), supprimer arêtes vives.
2. **Moyens de protection** : Pour dangers résiduels.

Protecteurs : fixes, mobiles, réglables.

Dispositifs :barrages immatériels, lasers, tapis sensibles, commandes bimanuelles, verrouillages.

Choix selon type d'élément mobile (transmission ou travail), risque (projection, écrasement), fréquence d'accès, temps d'arrêt.

3. **Complémentaires/compensatoires** : Vitesse réduite, arrêt d'urgence, consignation, alerte pour situations imminentes.

Fournissez des instructions réalistes pour installation, réglage, utilisation, maintenance, incluant risques et contextes.

Cette approche progressive réduit les risques à la source pour une meilleure efficacité.

Les protecteurs :

Les protecteurs sont des barrières physiques (carter, porte, écran, etc.) intégrées à la machine pour barrer l’accès aux zones dangereuses, en position fermée. Ils doivent limiter les risques (écrasement, projection, bruit, etc.), résister aux agressions extérieures et permettre les réglages et maintenances sans démontage.

On distingue :

Protecteurs fixes : fixes avec vis/écrous, démontables uniquement avec outils.

Protecteurs mobiles : ouvrables sans outil, associés à un verrouillage coupant les fonctions dangereuses.

Protecteurs réglables : ajustables sans outil quand l’opérateur doit accéder aux pièces en mouvement.

Les dispositifs de protection (barrages, détection de personnes, verrouillages, commandes bimanuelles, etc.) complètent les protecteurs pour empêcher ou limiter l'accès aux zones dangereuses, en s'adaptant au type de risque, de mouvement et de fréquence d'accès (Scribd, s.d.)

II.2. Risque chimique :

II.2.1. Définition :

Les produits chimiques sont omniprésents sur les lieux de travail, sans que l'on en soit forcément conscient : colles, résines, huiles, diluants, dégraissants, réactifs chimiques, colorants, peintures, produits d'entretien ou de nettoyage... Ils sont soit fabriqués, soit utilisés de façon délibérée dans des secteurs d'activité divers. De nombreux procédés de travail émettent également dans l'air des produits chimiques sous forme de poussières, fumées, vapeurs, gaz ou brouillards. Il peut s'agir, par exemple, de poussières de bois, de fumées de combustion ou de gaz d'échappement.

Ces produits chimiques fabriqués, utilisés ou émis peuvent être à l'origine de situations dangereuses et entrainer: - des effets sur la santé des personnes exposées (par inhalation, contact cutané ou ingestion): irritations, maux de tête, vertiges, intoxications, cancers... - des accidents graves ou mortels en cas de dysfonctionnement, d'utilisation ou de manipulation inappropriée (dégagement ou fuite de gaz toxiques, projection de produits corrosifs, réactions chimiques dangereuses pouvant entrainer un incendie ou une explosion..), - des dégâts matériels (incendie, explosion, corrosion des structures...). Les produits chimiques peuvent également générer des pollutions intérieures ou extérieures (rejet de matières dangereuses dans l'eau, l'air ou le sol).



Figure 2: substances chimiques

II.2.2. Les différents types de risque chimique :

Risques d'incendie et d'explosion :

Les produits chimiques peuvent jouer un rôle dans le déclenchement d'un incendie par leur présence dans l'air ambiant ou en cas de mélange avec d'autres produits. Ils peuvent également aggraver l'ampleur d'un incendie. De nombreuses substances peuvent également, dans certaines conditions, former ce qu'on appelle une atmosphère explosive (Atex) et provoquer des explosions. Ce sont pour la plupart des gaz et des vapeurs, mais aussi des poussières inflammables et des composés particulièrement instables.

Réactions chimiques dangereuses :

Le mélange de produits chimiques incompatibles ou l'utilisation de produits instables (par échauffement, dégradation thermique, frottements ou chocs mécaniques) peut provoquer des émissions de vapeurs toxiques, des phénomènes dégageant de la chaleur se traduisant par une déflagration, une détonation, des projections de matières ou une inflammation...

Risques d'asphyxie ou d'anoxie :

Certains procédés peuvent utiliser ou générer de façon importante des gaz et diminuer ainsi la teneur en oxygène de l'air environnant, notamment dans les espaces confinés. Cette sous-Oxygénation peut provoquer chez les travailleurs évoluant dans ce type d'environnement une perte de connaissance. Les suites peuvent être fatales si la personne n'est pas immédiatement secourue (INRS, 2024)

Risques liés au pH :

Les risques liés au pH sont nombreux. Ils peuvent intervenir notamment lors d'un mélange de deux produits qui peut provoquer une variation importante de pH. Cela peut entraîner une augmentation de température (voire l'explosion du récipient), un dégagement de gaz inflammables ou toxique, la corrosion du récipient ou l'irritation de la peau.

Un pH très acide ou très basique provoque de graves brulures. Les acides réagissent avec l'eau présente dans la peau de manière très exothermique et c'est ce dégagement de chaleur qui brûle la peau. Les bases, quant à elles, attaquent les protéines de la peau et le dégradant. La peau part en lambeaux et c'est à ce moment-là qu'on ressent ces brûlures.

Risques liés aux fluides cryogéniques :

Un fluide cryogénique est un gaz ou un liquide dont le point d'ébullition est inférieur à −150 °C.

Ils peuvent provoquer différents risques : sur la santé (asphyxie, brûlures et gelures, effet du froid), par explosion avec rupture du réservoir, dus à la modification des propriétés des matériaux.

Du fait des différents risques qu'entrainent les fluides cryogéniques, il est nécessaire d'utiliser du matériel adapté, résistant à l'action du gaz et aux basses températures.

On recense deux conséquences graves pour la santé, l'asphyxie et les brûlures / engelures. L'asphyxie résulte du fait qu'à température ambiante tous les fluides cryogéniques s'évaporent. Or un litre d'azote liquide représente environ 690 litres de gaz, donc dans les pièces mal ventilées le taux de dioxygène peut se retrouver en dessous des 21 % initialement présents.

Les brûlures résultent d'un contact direct ou indirect avec le fluide. Un contact direct avec la peau et / ou les yeux peut provoquer des lésions irréversibles. Un contact indirect, par exemple en touchant un métal qui a été en contact avec un fluide peut aussi provoquer des brûlures graves, ou par exemple en respirant de manière plus ou moins prolongée le nuage de gaz au-dessus du fluide cryogénique peut entrainer une brûlure des poumons.

Risques biochimiques :

Les biotechnologies (notamment la biotechnologie blanche) impliquent des agents biologiques variés (micro-organismes, algues, bactéries), mais leur récente émergence limite les études approfondies sur les risques associés, qui varient selon les secteurs. par exemples : Dans les biocarburants : Mauvais stockage des matières premières (humidité, absence de ventilation) favorise les micro-organismes, causant allergies, irritations ou gaz inflammables/dangereux via fermentation.

Culture d'algues : Bassins mal entretenus génèrent des zones de fermentation produisant des gaz toxiques comme le H_2S .Et pour les conséquences potentielles : Maladies respiratoires graves (asthme, pneumopathie d'hypersensibilité, BPCO) (Wikipédia, s.d.) .

Stockage des produits chimiques :

Le stockage sécurisé de produits chimiques doit limiter les risques existants et en évitant la création de nouveaux. Pour cela il faut :

Disposer de fiches de données de sécurité qui correspondent aux produits stockés.

Stocker les produits dans des lieux ventilés.

Disposer de cuves de rétention afin de retenir les produits en cas de fuites.

Stocker les produits dans un local extérieur, et garder uniquement les quantités nécessaires à proximité des postes de travail (dans une armoire de stockage par exemple)

Tri des déchets :

Des déchets dangereux sont issus de presque toutes les activités industrielles. Un déchet chimique ou toxique peut affecter l'environnement et la santé humaine. Ces déchets sont classés en 3 catégories selon que le risque soit physique, chimique et/ou biologiques. Plus précisément, la communauté européenne définit comme catégorie de déchets dangereux :

1. Les DIS (Déchets Industriels Spéciaux) composés de déchets radioactifs, de déchets de soins, et de déchets issus de laboratoires et industries chimiques ; et qui doivent subir un acheminement et une élimination spécifique ;
2. Les DIB (Déchets industriels Inertes ou Banals) présentant moins de risques que les précédents ;
3. Les ordures ménagères.

Pour que la gestion des déchets soit efficace, le manipulateur doit identifier des dangers. La FDS et l'étiquette sont les deux instruments réglementaires utilisés pour communiquer sur ces dangers (Wikipédia, s.d.)

II.2.3. La prévention des risques chimiques :

La prévention du risque chimique répond aux mêmes exigences que celles de toute démarche de prévention. Sa formalisation (évaluer, supprimer, substituer, réduire les risques, informer et former) est identique à celle mise en œuvre pour l'ensemble des risques professionnels. Elle s'appuie sur les principes généraux de prévention définis dans le Code du travail.

Dès lors qu'il y a exposition à un risque chimique, les mesures de prévention à mettre en œuvre tiennent compte de la gravité du risque, et en particulier des effets cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction. Dans tous les cas, l'employeur doit s'efforcer de mettre en œuvre les produits et les procédés les moins dangereux possibles.

Évaluer le risque chimique :

L'évaluation des risques constitue le préalable de toute démarche de prévention du risque chimique. Bien menée, elle doit permettre de construire un plan d'actions de prévention. Il faut la renouveler régulièrement et, notamment, à chaque modification importante des processus de travail. Les résultats sont à joindre au document unique et sont mis à disposition du médecin du travail, des instances représentatives du personnel ou, à défaut, des personnes exposées à un risque pour leur santé ou sécurité.

Il s'agit notamment de faire un inventaire de tous les produits, mélanges ou procédés chimiques dangereux présents dans l'entreprise et de connaître leurs effets, qu'il s'agisse de produits utilisés comme tels ou générés sous de forme de gaz, poussières ou fumées par une activité ou un procédé.

L'exploitation des documents existants dans l'entreprise étiquettes, fiches de données de sécurité, bons de commande...) peut se révéler utile.

Une analyse des conditions d'exposition des travailleurs à ces produits est ensuite nécessaire, en examinant tous les aspects liés à leur nature (liquide, solide, gazeux...), leurs modes d'émission, les quantités utilisées ou émises... mais aussi les durées et fréquences d'exposition des travailleurs. Il est important de prendre en compte à la fois les conditions normales d'utilisation des produits mais aussi les expositions accidentelles.

Cette analyse plus fine doit s'appuyer sur une visite et/ou une observation des postes ou des situations de travail réelles : elle permet ainsi d'établir un plan d'actions adapté.

Des logiciels sont mis à disposition des entreprises par l'INRS pour faciliter cette étape d'évaluation des risques :

• Oira, outil générique ou sectoriel d'évaluation des risques pour les petites et moyennes entreprises,

• Seirich, outil pour évaluer spécifiquement le risque chimique.

Pour étayer cette évaluation, des mesures visant a estimer l'exposition à certains agents chimiques peuvent être réalisées.

Agir sur le danger :

Les mesures de prévention à mettre en œuvre doivent donner la priorité à la suppression ou la substitution des produits et procédés dangereux par d'autres produits ou procédés moins dangereux. Dans le cas où des produits cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (CMR) sont utilisés, leur substitution est une obligation réglementaire quand elle est techniquement possible.

Agir sur la situation de travail :

Quand la suppression et la substitution ne sont pas réalisables, l'entreprise doit mettre en œuvre des mesures de protection collective pour réduire le plus possible le nombre de travailleurs exposés et le niveau, la fréquence ou la durée des expositions :

• Modifier les conditions opératoires d'un procédé afin de limiter les émissions de polluants (abaissement de la température, réduction de la pulvérulence des poudres, mise en place d'un dispositif d'abattage à l'humide...)

• Mécaniser le procédé (ensachage, ouverture de sacs, chargement de réacteurs, pulvérisation de solvants) ou automatiser certaines tâches (transfert de produits par tuyauteries, prise d'échantillons mécanisée, lavage automatique...).

• Privilégier le travail en système clos ou en enceinte fermée (encoffrement).

• Capter à la source les polluants.

• Filtrer l'air des lieux de travail.

• Disposer d'une installation adaptée de ventilation générale.

La priorité doit toujours être donnée aux mesures de protection collective.

Si un risque résiduel d'exposition à un produit chimique dangereux persiste, l'employeur doit mettre gratuitement à disposition de ses salariés des équipements de protection individuelle (EPI) (appareils de protection respiratoire, gants, lunettes, vêtements de protection...) adaptés aux risques. Il est tenu également d'en assurer l'entretien et de les remplacer si besoin.

À noter que l'utilisation d'un appareil de protection respiratoire doit être limitée :

• à des opérations courtes et exceptionnelles,

• à des situations où la ventilation est insuffisante.

Agir sur l'organisation du travail :

Pour prévenir le risque chimique et réduire les expositions professionnelles au niveau le plus bas possible, l'entreprise peut mettre en place en complément des mesures d'ordre organisationnel :

• Limiter le temps de travail aux postes exposés.

• Restreindre l'accès à certaines zones de travail plus exposées que d'autres à un personnel équipé, informé et formé aux risques.

• Mettre en place des procédures d'achats de produits chimiques et ne mettre à disposition que des quantités et des conditionnements adaptés à l'utilisation.

• Gérer et suivre les flux de produits chimiques et limiter les quantités stockées (et éviter les stocks inutilisés).

• Établir des procédures de gestion et d'élimination des déchets.

• Mettre en place des procédures d'entretien ou de maintenance et de nettoyage des équipements, des installations et des zones de travail.

• Établir des mesures d'urgence en cas d'incident, d'accident ou de dysfonctionnement impliquant un ou plusieurs produits chimiques.

Agir sur l'opérateur :

Toute démarche de prévention des risques chimiques doit nécessairement s'accompagner de mesures d'information et de formation des travailleurs afin :

• qu'ils aient connaissance du risque chimique associé à leur poste de travail,

• de leur donner les moyens de maitriser leur environnement de travail en les formant, entre autres, à la mise en œuvre des équipements de protection collective et individuelle, à l'application de consignes à respecter (règles d'hygiène, modes opératoires, procédures, interdiction d'accès à certaines zones...),

• de connaître la conduite à tenir en cas d'urgence et de savoir utiliser les dispositifs de secours.

L'employeur décide de la forme que peuvent prendre ces actions d'information et deformation :réunionsde sensibilisation, affichage, procédures d'accueil des nouveaux embauches, diffusion de documents écrits, campagnes d'information.

La notice de poste est établie par l'employeur pour chaque poste de travail exposant à des produits chimiques dangereux. Rédigée dans un langage clair, elle informe les travailleurs des risques auxquels leur activité peut les exposer et des dispositions prises pour les éviter.

Enfin, dès l'embauche et tout au long du parcours professionnel du salarié, il est nécessaire de mettre en place un suivi de son état de santé. Il permet un dépistage précoce des effets sur la santé d'expositions aux produits chimiques. Ce suivi individuel est réalisé par les services de prévention et santé au travail (INRS, 2024).



Figure 3: l'étiquetage des produits chimiques dangereux

II.3. Risque électrique :

II.3.1. Définition :

Un risque électrique peut se définir comme :

- Une situation dangereuse où un travailleur pourrait faire un contact électrique avec de l'équipement ou un fil sous tension dont le choc pourrait lui causer une blessure et/ou la mort.
- La possibilité d'infliger au travailleur une brûlure de coup d'arc, une brûlure thermique ou une blessure par souffle.



Figure 4: danger électrique.

(Scribd, s.d.)

II.3.2.Risques liés à l'électricité :

Les risques liés à l'électricité, pour l'homme, sont de différentes natures. Il s'agit principalement des risques d'électrisation, d'électrocution et de brûlure. Ces risques ont pour origines des contacts directs ou indirects et des arcs électriques.

Contacts directs et indirects :

Un contact direct est un contact avec une pièce nue sous tension. C'est par exemple le contact avec une partie conductrice d'une borne de raccordement, avec l'âme d'un conducteur dénudé…

Un contact indirect est un contact avec une pièce conductrice mise accidentellement sous tension. C'est par exemple le contact avec une armoire métallique non reliée à la terre et dont l'équipement électrique qu'elle contient présente un défaut d'isolement.

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 conduire à l'arrêt du cœur.

Arcs électriques :

Un arc électrique est susceptible d'apparaître lorsque l'on ouvre ou que l'on ferme un circuit. En effet, sous l'influence de la tension électrique créée entre les extrémités des conducteurs que l'on sépare ou que l'on approche, les électrons libres sortent du métal et heurtent violemment les molécules d'air de l'espace interstitiel. Cela a pour conséquence d'arracher des électrons aux atomes de l'air et de rendre ce dernier subitement conducteur. Ce phénomène s'accompagne d'une projection de particules métalliques en fusion (plus de 3 000 °C). C'est l'arc électrique.

D'une manière générale, les arcs électriques peuvent jaillir entre deux conducteurs ou deux récepteurs voisins portés à des potentiels différents lorsque la couche qui les sépare n'est pas assez épaisse ou que sa qualité d'isolation a été diminuée. La liaison qui en découle est d'abord invisible (courant de fuite) puis visible (arc électrique). Les éclairs qu'on observe pendant les orages sont des arcs électriques entre deux nuages ou entre un nuage et la Terre. Dans les installations électriques, un court-circuit provoque un arc pouvant avoir des conséquences importantes.

L'arc électrique peut être, pour l'homme, à l'origine de brûlures plus ou moins graves et, pour les installations, d'incendies ou d'explosions (INRS, s.d.) .

II.3.3. Prévention des risques électriques :

La prévention du risque électrique repose sur des dispositions réglementaires figurant dans le Code du travail. Elle concerne la mise en sécurité des installations et des matériels électriques, et ce dès leur conception. L'objectif est d'éviter tout contact, qu'il soit direct ou indirect, avec des pièces nues sous tension ou mises accidentellement sous tension. En outre, le matériel doit être conforme à la réglementation en vigueur afin de protéger les utilisateurs .

Protection contre les contacts directs :

Un contact direct est un contact entre une partie du corps humain et une partie active (pièce normalement sous tension) d'une installation électrique. Pour prévenir les contacts directs il existe plusieurs moyens :

Éloignement : L'éloignement consiste à prévoir une distance entre les parties actives et les personnes de telle sorte qu'un contact fortuit soit impossible directement ou indirectement par

l'intermédiaire d'un objet conducteur (perches, tubes métalliques…). On éloigne physiquement les conducteurs aériens nus (en général en les élevant par rapport au sol), la distance en BTA, BTB au-dessus du sol est au minimum 2,3m.

Barrière ou enveloppe :Elles constituent un obstacle (écran, boîtiers, armoires…) possédant un degré de protection minimal (IP2X ou IPXXB en basse tension, IP3X ou IPXXC en haute tension) et ne pouvant être ouverts qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil .

Isolation des parties actives :Celle-ci recouvre d'un isolant les parties actives et ne peut être enlevée que par destruction .

Protection contre les contacts indirects :

Un contact indirect est un contact entre une partie du corps humain et une masse conductrice mise accidentellement sous tension. Pour prévenir les contacts indirects il existe plusieurs moyens .

Mise à la terre des masses des récepteurs :

La prise de terre est l'ensemble des conducteurs enterres, en contact direct avec le sol et permettant le passage des courants de défaut, de fuite ou de choc dans le sol. Pour les installations importantes telles que les postes et centrales, on emploie souvent l'expression du réseau de terre, ou le terme de prise de terre aux installations de faible étendue. Cette méthode est valide si la résistance de la prise de terre est faible, ce qui n'est pas toujours facile à accomplir. Cela nécessite l'adjonction d'un dispositif différentiel qui coupe automatiquement l'alimentation dès que le potentiel des masses dépasse 25 à 50 V .

La réalisation d'une bonne prise de terre doit respecter trois éléments essentiels :

• la nature de la prise de terre.

• la nature et la résistivité du terrain.

• le conducteur de la terre

Dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DDR):

La protection DDR (Dispositif Différentiel Résiduel) ouvre le circuit en cas de contact direct ou lors d'un défaut d'isolement d'un récepteur (courant de fuite). Il détecte une défaillance de l'isolement de l'alimentation se traduisant par un déséquilibre des courants dans les conducteurs. Lorsque l'intensité du courant de départ qui s'écoule dans la prise de terre

atteint la valeur seuil (30 mA), l'alimentation est automatiquement coupée. Associé dans un même appareil à la protection contre les surintensités, il est appelé disjoncteur différentiel. Le disjoncteur ou interrupteur différentiel est muni d'un tore magnétique qui détecte la différence entre le courant issu de la phase et du courant de retour du neutre. En cas de défaut d'isolement d'un appareil électroménager, la protection est assurée conjointement par un dispositif différentiel et une bonne prise de terre. Si le courant de défaut IΔ = IP – IN dépasse la sensibilité du disjoncteur différentiel, celui-ci ouvre le circuit. Ce dispositif ouvre donc le circuit avant qu'une personne ne touche l'appareil. La résistance de la prise de terre des masses (RT) est liée à l'intensité du courant de déclenchement du disjoncteur (IΔ) et à la tension limite de sécurité (UL).

Lors d'un défaut la somme vectorielle des courants dans les conducteurs de phase et le neutre est différent de zéro, il apparaît donc un courant dans la bobine de détection proportionnel au courant de défaut Id. La bobine alimente un dispositif à seuil de courant qui donnera l'ordre de déclenchement à l'appareil de coupure (interrupteur, disjoncteur). Le disjoncteur différentiel comporte en plus de la fonction différentielle, un dispositif de protection contre les surcharges et les courts-circuits

Protection par séparation des circuits :

Les transformateurs de séparation sont utilisés pour des raisons de sécurité pour créer localement une nouvelle installation du domaine BT, de faible étendue, entièrement isolée de la terre et des masses ainsi que la source d'énergie primaire du domaine BT. Le transformateur de séparation interrompt la liaison entre le conducteur neutre et la terre. Suite à cette séparation, le conducteur de phase et le conducteur neutre ne présentent plus de différence de potentiel par rapport à la terre ; aucun courant ne circule si l'on entre en contact avec un conducteur .

A droite de la figure, le circuit primaire dont une des bornes est reliée au neutre lui même relié à la terre. L'autre borne est reliée à la phase. En cas de contact de la main avec la phase : le courant peut se reboucler via la terre. Dans le coté du circuit secondaire aucun risque n'est apparu, aucune borne de la bobine n'est référencée, on appelle cela une tension flottante.

Equipements de protection et de sécurité :

Les équipements de protection et de sécurité sont des éléments qui servent principalement à protéger les employés contre l'éventuel danger que représente certaines

activités en contact avec l'énergie électrique entreprise. Ces dangers peuvent avoir de réelles conséquences sur la santé physique de l'employé qui y est exposé. Ils peuvent être individuelle ou collective .

Equipements de protection individuelle :

Les équipements de protection individuel (EPI) font partie intégrante de la sécurité électrique. Ils sont définis par le code du travail comme des « dispositifs ou moyens portés par une personne en vue de la protéger contre les risques susceptibles de menacer sa santé et sa sécurité ». Les conditions d'utilisation des EPI doivent :

• être conformes aux prescriptions de la réglementation et aux normes quand elles existent,

• faire l'objet du marquage de conformité CE. Tout utilisateur doit vérifier son bon état à chaque utilisation. Les EPI détériorés sont remplacées et mis au rebut .

Equipement d'un électricien :

L'équipement d'un électricien est composé :

- D'un casque isolant et antichoc,
- D'une paire de gants isolants,
- D'un écran facial anti-UV
- Des chaussures ou bottes isolantes de sécurité,
- D'une combinaison de travail en coton ignifugé ou en matériau similaire.

Equipements individuels de sécurité :

Les équipements individuels de sécurité (EIS). Ce sont :

- Des tapis isolants,
- Des tabourets isolants,
- Des échelles isolantes pour les travaux en élévation,
- Des perches isolantes,
- Des outils isolés,
- De cadenas et d'étiquettes de consignation,
- D'un vérificateur d'absence de tension (VAT),
- Des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit.

Equipements de protection collective :

Les mesures de protection collective (EPC) sont des dispositifs techniques qui isolent un danger des personnes potentielles exposées à ce même danger, c'est toute mesure destinée à mettre hors de portée par éloignement, par obstacle ou par isolation, tels que les nappes isolantes, balisage de la zone de travail, l'utilisation d'appareils de mesurage portatifs, Les filets de protection antichute. (Djekidel, 2016) (Guedarez & Bouzidi, 2012)



Figure 5: prévention de risque électrique.

II.4. Risque incendie :

II.4.1. Définition :

Un incendie est une combustion incontrôlée dans le temps et l'espace, résultant de la réaction entre un combustible, un comburant (souvent l'oxygène) et une source d'inflammation, formant le « triangle du feu ». L'absence de l'un de ces éléments empêche la combustion. Comme ces trois facteurs sont souvent présents sur les lieux de travail, le risque d'incendie est élevé. Ses conséquences humaines, matérielles et environnementales sont graves, d'où la nécessité d'évaluer les risques et de mettre en place des mesures de prévention et de protection.

Pour qu'un feu se déclare, trois facteurs doivent être présents en même temps :

Comburant (ex : oxygène de l'air).

Combustible (ex : papier, gaz, bois, etc…).

Energie d'activation (ex : flamme nue, étincelles, cigarettes, etc…).



Figure 6: triangle de feu

Tableau 1: classe de feu

CLASSES DE FEUX	Il existe différentes classes de feux :
Feux de classe A	Les feux secs. Il s'agit des incendies de papier, de bois, etc. L'agent d'extinction principal pour cette classe est l'eau pulvérisée (avec ou sans additif).
Feux de classe B	Les feux gras. Il s'agit des incendies d'huile, d'essence, de matière plastique, de caoutchouc, etc. Les agents d'extinction adaptés à ce type d'incendie sont les poudres, le CO2, les mousses ou encore l'eau pulvérisée avec additif.
Feux de classe C	Les feux de gaz. Il s'agit des incendies de butane, acétylène, gaz naturel, etc. Pour l'extinction, il est conseillé, si cela est possible, de fermer la vanne d'alimentation en gaz. Sinon, les agents d'extinction adaptés sont le CO2 ou la poudre.
Feux de classe D	Les feux de métaux. Il s'agit d'incendies provoqués par l'embrasement de copeaux ou de poussières de fer, de magnésium, sodium, etc. Ils ne se rencontrent pratiquement que dans l'industrie. Ces feux imposent l'utilisation d'extincteurs spécifiques (poudre spéciale) liés au métal.
Feux de classe F	Les feux de cuisson (huiles, graisse, etc…). Il s'agit des incendies sur les appareils de cuisson. Les agents d'extinction

	pour ce type de feu sont l'eau pulvérisée avec additif ou la mousse
Feux d'origine électrique	Les feux électriques. Il s'agit de l'origine d'un feu et non d'une classe de feu. Des précautions sont à prendre dans le cas des feux d'origine électrique. L'utilisation d'extincteur à CO2 sera fortement conseillée pour ce type de feu. Pour des tensions inférieures à 1 000 Volts, l'utilisation d'eau pulvérisée (avec ou sans additif) n'est pas proscrite. Pour l'extinction, il est conseillé, si cela est possible, de couper l'alimentation électrique.

(CDG41, 2023)

Les **sources d'inflammation** sont de trois ordres :

Energétiques :

Thermiques (surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par point chaud)

Électriques (étincelles, échauffements dus à la vétusté, la non-conformité des installations ou les surcharges électriques)

Électrostatiques (les étincelles peuvent intervenir comme énergie d'activation), mécaniques (étincelles, échauffements…)

Chimiques (réactions exothermiques, emballement de réaction…)

Humaines :

Cigarettes (l'extrémité d'une cigarette allumée atteint plus de 700 °C), négligence, malveillance…

Naturelles :

Bactériologiques (la fermentation bactérienne peut échauffer le milieu)

Climatiques (foudre, soleil…) (Préventica, 2021)..

II.4.2. Dommage sur la personne :

- Intoxication liée aux fumées et gaz ;
- Asphyxie ;
- Brûlures (la température des flammes peut aller de 600 à 1200°C) ;
- Blessures liées à l'effondrement des structures ;
- Angoisse ou stress liés à la fermeture de l'établissement (incertitude face à l'avenir) ;
- Handicap ;
- Décès.

II.4.3. Dommage sur l'environnement :

- Pollution de l'air par les gaz de combustion ;
- Pollution des sols ;
- Pollution de l'eau par les produits extincteurs et les eaux de ruissellement;
- Pollution visuelle (dégradation du paysage);
- Production de déchets parfois non destructibles.

II.4.4. Conséquences financières et économiques :

- Perte d'emploi pour le salarié ;
- Indemnisation des victimes ;
- Remplacement du matériel ;
- Reconstruction des locaux ;
- Arrêt de la production ;
- Fermeture plus ou moins longue de l'entreprise ;
- Perte d'exploitation plus ou moins grave ;
- Perte de données informatiques n'ayant pas été copiées ;
- Destruction des stocks et des outils de production ;
- Sous-traitants se tournant vers d'autres clients ;
- Dégradation de l'image de marque ;
- Disparition de l'entreprise (dans près de 70% des sinistres) ;
- Chômage du personnel (Préventica, 2021) .

II.4.5. Prévention du risque incendie :

La prévention du risque incendie est essentielle pour protéger les personnes, les biens et l'environnement. Elle repose sur trois piliers :

- Une évaluation rigoureuse des risques,
- La mise en place de mesures adaptées,
- Une vigilance continue.

A- Mesures de prévention techniques et organisationnelles :

Les entreprises doivent mettre en place des actions concrètes :

Mesures techniques :

- Remplacement des substances inflammables : il s'agit de diminuer le danger à la source en utilisant des produits moins dangereux, ce qui réduit fortement le risque de départ de feu.

- Installation de systèmes de ventilation et d'aspiration : ces équipements permettent d'évacuer les vapeurs, gaz ou poussières inflammables produits par les machines, évitant ainsi la formation d'atmosphères explosives.

- Compartimentage des zones à risque : cela consiste à séparer physiquement les espaces dangereux (murs coupe-feu, cloisons), afin de ralentir ou empêcher la propagation de l'incendie.

- Éloignement des substances dangereuses : les produits inflammables sont stockés à distance des sources de chaleur ou des zones sensibles pour limiter les interactions dangereuses.
- Mise en place de dispositifs d'extinction automatique : ces systèmes (comme les sprinklers) permettent d'intervenir rapidement sans action humaine, dès le début d'un incendie.
- Confinement des eaux d'extinction : cette mesure vise à éviter que les eaux utilisées pour éteindre le feu ne polluent l'environnement (sols, nappes, réseaux).

Mesures organisationnelles :

- Application stricte des procédures de prévention : notamment le permis de feu, obligatoire pour encadrer les travaux à chaud (soudure, découpe), qui sont des sources fréquentes d'incendie.
- Mise en place de règles de gestion des risques : l'entreprise organise ses activités pour limiter les situations dangereuses et encadrer les interventions à risque.
- Planification et structuration des mesures de sécurité : les actions techniques (comme le compartimentage ou les systèmes d'extinction) s'intègrent dans une stratégie globale de prévention définie par l'entreprise.
- Prise en compte de la dimension environnementale : intégrer des mesures comme le confinement des eaux d'extinction montre une organisation qui anticipe aussi les impacts indirects d'un incendie.

Mesures environnementales :

- Prévoir le confinement des eaux d'extinction pour éviter la pollution.

B- Des consignes de sécurité adaptées et diffusées :

Les consignes de sécurité incendie doivent être claires et accessibles à l'ensemble du personnel. Elles se déclinent en :

Consignes générales pour tous les employés.

Consignes spécifiques pour les intervenants clés (agents de surveillance, équipes d'intervention, personnel d'accueil).

Consignes environnementales pour prévenir les risques de contamination.

Toujours pour optimiser la prévention du risque incendie, l'entreprise peut regrouper ces directives dans des documents d'intervention, tels qu'un plan d'urgence ou un plan de défense incendie, afin d'optimiser la réactivité en cas de sinistre.

C- L'information et la formation des employés : Un levier de prévention indispensable :

Chaque employé, y compris les travailleurs temporaires, doit être informé des risques incendie dès sa prise de poste (Article R4141-2 du code du travail). Cette sensibilisation comprend :

La présentation des risques spécifiques à l'établissement.

Les consignes à appliquer en cas d'incendie.

La remise d'un livret d'accueil recensant les consignes de sécurité.

Une traçabilité de cette information est recommandée, notamment par la signature d'une attestation.

D- La surveillance des risques incendie : Un suivi rigoureux :

Pour assurer une maîtrise continue du risque incendie, des rondes de sécurité sont effectuées en fin de journée d'activité. Ces inspections, décrites et conformes aux recommandations du référentiel APSAD R8, vérifient notamment :

La fermeture effective des portes coupe-feu.

Le bon fonctionnement des dispositifs de détection et d'extinction.

La coupure des sources d'énergie inutiles.

La sécurisation des zones où des travaux par point chaud ont eu lieu.

Des inspections périodiques complémentaires sont réalisées par les responsables de l'entreprise afin de garantir le respect des mesures de sécurité, enseignées préalablement par les Formateurs Incendie des EPI et des ESI (Francesst, 2025) .

II.4.6. Procédure à suivre en cas d'incendie :

L'évacuation du personnel :

L'évacuation est la mise à l'abri d'un danger imminent, du personnel et du public (dirigés vers une zone de sécurité souvent à l'extérieur des locaux). Il ne faut pas prendre une alarme à la légère et ne jamais la considérer comme un simple exercice (pas le temps de le vérifier ; chaque minute compte).Les quelques règles suivantes permettent d'évacuer les lieux en toute sécurité :

- Cesser immédiatement le travail, Eteindre les appareils électriques, fermer les fenêtres, Evacuer les lieux en tirant les portes derrière soi et se diriger vers la sortie de secours la plus proche et dégagée des fumées, en empruntant le chemin le plus court (si les lieux sont enfumés, il faut se baisser, l'air frais se trouve près du sol),
- Ne jamais utiliser les ascenseurs et les monte-charges, même pour les personnes handicapées, ne jamais revenir en arrière, quelle qu'en soit la raison,

- Garder son calme et se conformer aux instructions de la Direction, de l'équipe d'évacuation et / ou des services de secours,
- Rejoindre le point de rassemblement (au moindre doute sur l'absence d'un(e) collègue resté(e) dans l'établissement, prévenir immédiatement les secours),
- Aider les personnes handicapées à sortir rapidement. Lorsque ce n'est pas possible, les éloigner loin du sinistre et les placer dans une pièce près d'une fenêtre accessible aux pompiers de l'extérieur. Ne pas les laisser seules et faire prévenir les secours.

Ces consignes de sécurité sont affichées dans l'entreprise et tout salarié doit en prendre connaissance afin de savoir comment agir en cas d'incendie.

Plusieurs équipes d'intervention sont déterminées :Une première, est chargée de donner l'alerte, combattre le feu au départ de l'incendie, mettre en œuvre les moyens de premiers secours et rendre compte de la situation avec les moyens disponibles sur place

La seconde équipe, qui doit avoir reçu une formation adaptée (risque incendie, évolution en milieu hostile, connaissance des lieux, des cheminements et des accès pompiers, identification des risques particuliers de l'établissement..), a pour mission de rejoindre le point de rassemblement de l'équipe dès réception du signal d'alarme, de se munir des moyens de premiers secours à sa disposition, de mettre en œuvre tous les moyens de lutte contre l'incendie, d'accueillir et guider les secours extérieurs et de rendre compte de la situation en signalant la localisation du sinistre.

Les moyens d'extinction :

Les matériels de première intervention :

Les R.I.A. ou Robinets d'Incendie Armés constituent de puissants moyens de secours de première intervention. Ils sont implantés à l'intérieur des bâtiments, le plus près possible des risques à protéger, bien signalés et doivent pouvoir atteindre toute la surface des locaux (dans les locaux à risques importants, tout point de la surface doit pouvoir être atteint par au moins deux jets de lance).

Les extincteurs sont des appareils contenant un produit extincteur qui peut être projeté et dirigé sur un début de feu par l'action d'une pression. On distingue 3 catégories d'extincteurs :

- Les extincteurs portatifs à pression permanente ou à pression auxiliaire.
- Les extincteurs mobiles, plus efficaces que l'extincteur portatif car contenant un volume plus important d'agent extincteur

- Les extincteurs fixes

Le choix d'un extincteur se fait en fonction du type de feu à éteindre :

- Feux de classe A : de matériaux solides, généralement de nature organique, dont la combustion se fait normalement avec formation de braises (bois, papier, carton…)
- Feux de classe B : de liquides ou de solides liquéfiables (alcool, pétrole, matières plastiques…)
- Feux de classe C : de gaz, tels que le méthane ou le propane
- Feux de classe D : de métaux- feux de classe
- Feux de classe F : liés aux auxiliaires de cuisson sur les appareils de cuisson

L'agent extincteur contenu dans l'extincteur peut être de l'eau le plus souvent associée à une autre substance ou à un émulseur, de la mousse, de la poudre contenant divers agents chimiques selon la nature du feu à laquelle elle est destinée, ou du dioxyde de carbone.

Pour plus d'information consulter notre dossier : Le point sur les extincteurs

Les matériels de deuxième intervention

Les matériels de deuxième intervention sont constitués :

- Des bouches et poteaux incendie
- Des colonnes sèches et colonnes humides
- Des installations fixes d'extinction automatique

Les poteaux et bouches incendie sont destinés à raccorder les tuyaux. Généralement installés à l'extérieur des locaux, ils peuvent être utilisés par le personnel de seconde intervention et surtout par les sapeurs-pompiers.

Ils doivent impérativement être incongelables, visibles et accessibles en toute circonstances.

Les colonnes incendie sont des tuyauteries d'incendie essentiellement installées dans les ERP et IGH. Elles sont munies à chaque niveau du bâtiment d'une ou plusieurs prises, permettant aux sapeurs-pompiers d'y raccorder leurs tuyaux.

Les installations fixes d'extinction automatiques comprennent toujours 5 éléments :

- La source ou réserve de produit extincteur,
- Le réseau de distribution de l'agent extincteur,

- Les diffuseurs,
- Le dispositif de mise en œuvre,
- Le dispositif d'alarme.

On distingue dans les installations fixes d'extinction automatique :

Les installations d'extinction de type sprinklers

Les installations d'extinction à gaz

Le sprinkler est un système d'extinction comportant une tête contenant une ampoule ou un fusible qui éclate sous l'effet de la chaleur dégagée par un début d'incendie. Le flux d'eau est alors libéré pour contenir l'incendie jusqu'à l'intervention des secours ou la fermeture manuelle des vannes.

Le dimensionnement du réseau se fait grâce à l'analyse du risque à protéger, classifiés selon la règle R1 de l'APSAD :

- Risque à faible potentiel calorifique (RFPC)
- Risques Courants (RC)
- Risques Très Dangereux (RTD)
- Risques Spéciaux (RS)

Là aussi, il existe différents types d'installations sprinkler dont :

Les installations de sprinkler sec ou humide : il s'agit de l'installation sprinkler la plus courante comportant une tuyauterie sous eau ou, sous air, s'il y a un risque de gel

Les installations déluge : l'installation est activée de sorte que toute la surface est protégée. Ce système convient particulièrement pour la protection de transformateurs et le refroidissement de réservoirs de stockage.

Les installations à mousse : ces installations sont particulièrement adaptées en cas de risques spéciaux ou de protection de produits à haute valeur ajoutée

Les installations d'extinction à gaz sont utilisées lorsqu'il y a nécessité de protéger des matériels de grande valeur ou pour lesquels l'eau ne peut être employée.

Les gaz pouvant être utilisés dans ces systèmes peuvent être répartis en deux familles :

Les gaz agissant par étouffement : Azote, Argon, Argonite (50 % azote, 50 % argon), Inergen (52 % azote, 40 % argon, 8% CO2)

Les gaz agissant par inhibition : FM200 (CF3CHFCF3), FE13 (CHF3) (Préventica, 2021) .



Figure 7: risque incendie

II.5. Risque de chute de plain-pied :

II.5.1. Définition :

Les chutes de plain-pied sont des glissades, trébuchements, faux-pas et autres pertes d'équilibre sur une surface plane. Sont considérées ici comme surfaces planes les surfaces ne présentant aucune rupture de niveau ou bien des ruptures de niveau réduites (trottoir, petites marches, plan incliné, etc.).

Ces chutes surviennent aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des locaux. (INRS, s.d.)

reference:https://www.inrs.fr/risques/chutes-de-plain-pied/definition-et-caracteristiques.html

II.5.2. Facteurs de risques :

Les facteurs de risque sont multiples et liés aux dispositions techniques et organisationnelles.

Facteurs liés aux dispositions techniques :

- ✓ Glissance des sols : adhérence des sols, ruptures de niveaux....
- ✓ Souillure des sols : présence sur le sol d'eau, d'huile, de café renversé, par exemple.
- ✓ Aménagement des sols : tapis non fixés, différences de niveaux non signalées...
- ✓ Dimensions des circulations : couloirs étroits...

✓ Présence d'obstacles dans la zone de circulation piétonne : câble ou outil qui traine, tiroir ouvert.

✓ Aménagement des escaliers : rampes inadaptées, présence de trous sur les marches.

✓ Circulation autour des machines : fuites d'huile à proximité des machines, passages étroits entre les machines.

✓ Éclairage des circulations : non adapté, ampoules défectueuses non remplacées.

✓ Chaussures de travail non adaptées à l'activité.

Facteurs liés aux mesures organisationnelles :

- Maintien en état des sols : trous sur le sol, neige non dégagée, verges...
- Maintenance des équipements : machines non entretenues, chaussures de travail non remplacées...
- Prise en compte des retours d'expérience sur les accidents ou presque accidents non effectués.
- Interventions des entreprises extérieures sans plan de prévention.
- Gestion des déplacements non planifiée et effectuée dans l'urgence.
- Formation ou sensibilisation des salariés aux risques de chutes de plain-pied inexistante (INRS, 2022) .

reference:https://ressources.inrs.fr/visionneuse/ED%206458/index.html#page-5

II.5.3. La démarche de prévention :

Identifier les facteurs de risque pour repérer les situations favorisant les accidents. Agir sur plusieurs aspects : espace de travail, sols, environnement, organisation, formation et information des salariés.

Actions sur l'espace de travail :

- **Voies de circulation :** supprimer obstacles, trous et aspérités, signaler les marches.
- **Implantation des équipements :** organiser les espaces pour faciliter les déplacements et la maintenance.
- **Encombrement des sols :** éviter le désordre grâce à des rangements adaptés et à l'aménagement des câbles et équipements.

Actions sur les sols

- Nettoyage : nettoyer rapidement les zones sales et les signaler en attendant.

- Revêtements antidérapants : installer des sols adaptés dans les zones à risque et éviter les différences de glissance.

Actions sur l'environnement de travail

- Éclairage : assurer une bonne visibilité et entretenir les installations.
- Bruit et température : réduire le bruit et adapter la température pour maintenir l'attention des salariés.

Actions sur l'organisation du travail

Préparation et anticipation :

- Limiter les situations d'urgence pour éviter la précipitation.
- Mettre à disposition du matériel de nettoyage et de signalisation.
- Recueillir les signalements de dangers pour corriger les causes récurrentes.

Formation et information des salariés

Sensibiliser aux risques de chute et former aux bonnes pratiques :

- Garder les zones dégagées
- Utiliser les équipements en sécurité (rampe, ascenseur)
- Éviter les distractions (téléphone)
- Porter des chaussures adaptées

Protection individuelle

Utiliser des équipements de protection, comme des chaussures antidérapantes, en complément des mesures collectives (INRS, 2022)



Figure 8: chute plain-pied

II.6. Risque physique :

II.6.1. Définition :

Un risque physique désigne la probabilité qu'un salarié soit exposé à un danger affectant son intégrité physique, sa santé ou son bien-être, dans le cadre de son activité professionnelle.

Ces dangers proviennent de l'environnement de travail (bruit, chaleur, produits chimiques, manutention, etc.) et peuvent entraîner des accidents ou des maladies professionnelles.

II.6.2. Bruit :

II.6.2.1. Définition :

Définition du Bruit selon l'AFNOR: « toute sensation auditive désagréable ou gênante, tout phénomène acoustique produisant cette sensation, tout son ayant un caractère aléatoirequi n'a pas de composantes définies. »

En dehors des atteintes au système auditif, le bruit ambiant peut entraîner une gêne ou un stress vecteur de troubles et de pathologies qui nuisent non seulement à la santé du travailleur mais aussi à la productivité de son travail par baisse de vigilance et de dextérité ou de concentration.



Figure 9: pictogramme de risque bruit

II.6.2.2. La lutte contre le bruit distingue trois types d'actions :

- Les mesures d'isolation acoustique des bâtiments (fenêtres à double vitrage par exemple),
- Celles destinées à réduire les émissions sonores liées au transport (le remplacement des silencieux sur les pots d'échappement des véhicules ainsi que les mesures prises sur les infrastructures elles-mêmes, tels les écrans antibruit ou les remblais le long des

- Enfin celles liées à la production industrielle (concernent par exemple les effortsdes Travailleurs).
- Réduction du bruit engendré par les machines et la protection individuelle des travailleurs. Pour information, on estime que la lutte curative contre le bruit, tentant de limiter la propagation du bruit et des nuisances sonores, représente les deux tiers de la dépense, contre un tiers pour les dépenses de prévention, qui visent à réduire les émissions sonores.

II.6.2.3. La lutte contre les bruits au travail :

Avant d'entreprendre toute activité, le chef d'entreprise doit s'assurer des bonnes isolations acoustiques et de l'insonorisation des locaux où se trouvent des machines bruyantes. Le bruit ne doit pas compromettre la santé, le bien-être et la sécurité des travailleurs.

La surdité professionnelle est une surdité appelée "traumatique" car provoquée par le bruit ; c'est une surdité de perception due à l'altération des cellules auditives del'oreille interne. Elle n'est pas opérable, elle est difficile à appareiller.

L'exposition prolongée à des niveaux de bruits intenses détruit peu à peu les cellules ciliées de l'oreille interne. Elle conduit progressivement à une surdité, dite de perception, qui est irréversible. Un bruit soudain très intense, par exemple lors d'une explosion, peut entraîner une surdité brutale, totale ou partielle, réversible ou non. L'effet de souffle peut en effet entraîner une déchirure du tympan, mais aussi des lésions des os. Le niveau de bruit détruit des cellules de la cochlée. Seule la surveillance de l'audition par le médecin du travail permet de détecter la sensibilité d'une personne au bruit et de faire les bilans des pertes auditives.

Le bruit peut entraîner des effets "non traumatiques" ou "extra-auditifs", c'est-à-dire néfastes pour d'autres fonctions que l'audition. Les effets non traumatiques du bruit se manifestent aux niveaux physiologique et comportemental.

Le bruit favorise le risque d'accident du travail pour plusieurs raisons :

- Le bruit exerce un effet de masque sur les signaux d'alerte.
- Le bruit perturbe la communication verbale.
- Le bruit détourne l'attention **(Officiel Prévention, s.d.)**

II.6.3. Rayonnement :

II.6.3.1. Définition :

Un rayonnement est un phénomène physique de radiation, désignant un processus d'émission et/ou de transmission d'énergie, qui peut être de nature différente (électromagnétique, radioactive, optique,). Le risque de rayonnement peut engendrer des accidents et/ou des atteintes à la santé dont les conséquences sont plus ou moins graves (Evarisk, s.d.) .



Figure 10: pictogramme de danger de radiations

II.6.3.1. Les principales mesures de prévention :

Pour les rayonnements électromagnétiques :

- Interposez des blindages,
- Délimitez des zones de sécurité,
- Éloignez le plus possible le poste de travail de la source.

Pour les rayonnements optiques :

- Utilisez des écrans de protection munis de filtres appropriés,
- Limitez l'accès à la zone d'émission,
- Évitez la vision directe,
- Faites porter des lunettes de protection adaptées au rayonnement en cause.

Pour les rayonnements ionisants :

- Utilisez des écrans de protection adaptés,
- Éloignez les travailleurs le plus possible de la source,
- Limitez au maximum la durée d'exposition,
- Manipulez les sources radioactives dans des enceintes confinées,
- Surveillez l'absence de contamination des locaux de travail (INRS, 2025).

Conclusion du chapitre :

En conclusion, l'identification et l'évaluation des risques professionnels constituent une étape essentielle pour garantir la sécurité et la santé des travailleurs au sein de l'entreprise. Les différents risques étudiés dans ce chapitre, notamment le risque mécanique, le risque chimique, le risque incendie, le risque de chute de plain-pied, le risque physique ainsi que le risque électrique, représentent des dangers réels pouvant engendrer des accidents de travail, des maladies professionnelles et des pertes matérielles importantes.

La prévention de ces risques repose sur une démarche organisée et continue, basée sur l'analyse des situations de travail, la mise en place de mesures de protection collective et individuelle, la sensibilisation du personnel ainsi que le respect des consignes de sécurité et de la réglementation en vigueur. Une bonne politique de prévention permet non seulement de réduire les accidents, mais aussi d'améliorer les conditions de travail, la productivité et la performance globale de l'entreprise.

Ainsi, la maîtrise des risques professionnels ne doit pas être considérée comme une obligation ponctuelle, mais comme un engagement permanent impliquant l'ensemble des acteurs de l'entreprise, afin de créer un environnement de travail plus sûr, plus sain et plus performant.

Chapitre II :

Les méthodes classique utilisé dans l’analyse des risques et l'évaluation des risque professionnels

- Introduction :

Le choix de la méthode ou des méthodes nécessaires pour réaliser l'analyse des risques est primordial. Il n'existe pas une méthode unique miraculeuse qui permettrait à toutes les entreprises de toutes tailles et de tous secteurs d'analyser leurs risques afin de déterminer les mesures de prévention. Il existe donc des méthodes avec des objectifs différents, selon le besoin de l'entreprise dans la mise en place de son système dynamique de gestion des risques (Debray et al., 2006).

I- Les méthodes classiques d'analyses les risques :

Les principales méthodes d'analyse les risques :

L'analyse préliminaire des risques (APR).

L'analyse des risques sur schémas type HAZOP.

L'analyse par arbres des défaillances (ADD).

L'analyse par arbres d'évènements (ADE).

L'analyse par Nœud Papillon.

L'analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité (AMDEC).

I.1. Analyse préliminaire des risques (APR) :

I.1.1. Historique et définition :

L'Analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Elle est utilisée depuis dans de nombreuses autres industries. L'Union des Industries Chimiques (UIC) recommande son utilisation en France depuis le début des années 1980. L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée.

I.1.2. Les principes :

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent:

Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme dematières premières, de produits finis, d'utilités&,des équipements dangereux comme, par exemple, des stockages, zones deréception-expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière&),

Des opérations dangereuses associées au procédé.

L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installationétudiée. L'APR peut être mise en œuvre sans ou avec l'aide de liste de risquestypes ou en appliquant les mots guides HAZOP.

Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur ladescription fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode.

A partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier,pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de danger. Dans le cadre de ce document, une situation de danger est définie comme une situation qui, si ellen'est pas maîtrisée, peut conduire à l'exposition d'enjeux à un ou plusieursphénomènes dangereux.

Le groupe de travail doit alors déterminer les causes et les conséquences dechacune des situations de danger identifiées puis identifier les sécuritésexistantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositionsd'amélioration doivent alors être envisagées.

I.1.3.Déroulement :

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse. Le tableau ci-dessous est donc donné à titre d'exemple.

Tableau 2: Exemple de tableau de type « APR »

Fonction ou système :						Date :	
1	2	3	4	5	6	7	8
N	Product ou équipement	Situation de danger	causes	conséquence	Sécurité existante	Propositions d'amélioration	Observations

I.1.4. Limites et Avantages :

Le principal avantage de l'Analyse Préliminaire des Risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en termes de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations. En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des évènements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes. Comme son nom l'indique, il s'agit à la base d'une méthode préliminaire d'analyse qui permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances. Toutefois, son utilisation seule peut être jugée suffisante dans le cas d'installations simples ou lorsque le groupe de travail possède une expérience significative de ce type d'approches (Debray et al,2006).

I.2.La méthode HAZOP :

I.2.1. L'objectif :

La méthode HAZOP s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou en projet, avec ses avantages : Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers : sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance…

Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides

Contribution au respect des normes en matière de sécurité.

Reference : Formation SF6 la Méthode HAZOP

I.2.2.Programme :

Principes généraux de la méthode HAZOP :

Définition, cadre d'application, historique de la méthode

Notion de risques et d'opérabilité

Description de la méthode :

Définition du système à étudier

Prise de connaissance du système

Eléments spécifiques à la méthode

Présentation du tableau HAZOP

Analyse des dysfonctionnements et mise en place de recommandations

Quand utiliser HAZOP ?

Application de la méthode sur un cas d'école (SF6, s.d.)

Déroulement :

Préparation de l'étude

Constitution et conduite du groupe de travail

Suivi des recommandations du groupe de travail

Les avantages et les limites :

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

En revanche, l'HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances. Pagailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans un émaille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible apriori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe. Enfin, L'HAZOP traitant de tous types de risques, elle peut être particulièrement longue à mettre en œuvre et conduire à une production

abondante d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs (Debray et al., 2006).

I.3.La méthode arbre de défaillance :

I.3.1. Principe de l'ADD:

Un arbre de défaillance représente de façon synthétique l'ensemble des combinaisons d'événements qui, dans certaines conditions produisent un événement donné, point de départ de l'étude. Construire un arbre de défaillance revient à répondre à la question « comment tel événement peut-il arriver ? », ou encore « quels sont tous les enchaînements possibles qui peuvent aboutir à cet événement ? ».

I.3.2. Caractéristiques de 'ADD :

Un arbre de défaillance est généralement présenté de haut en bas (cf. figure 1 a). La ligne la plus haute ne comporte que l'événement dont on cherche à décrire comment il peut se produire. Chaque ligne détaille la ligne supérieure en présentant la combinaison ou les combinaisons susceptibles de produire l'événement de la ligne supérieure auquel elles sont rattachées. Ces relations sont représentées par des liens logiquesOU ET.

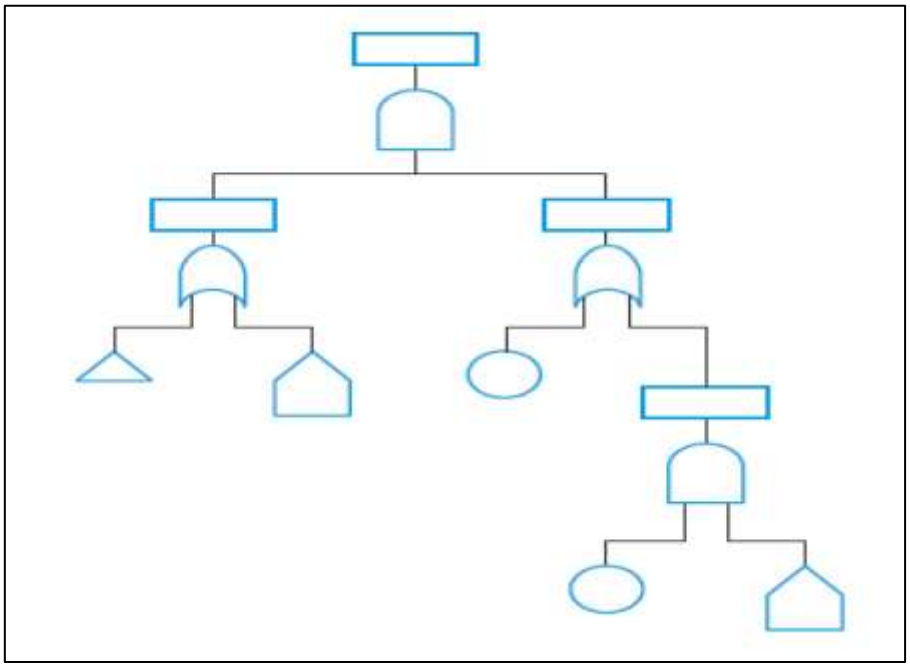


Figure 11: arbre de défaillance

I.3.3. L'objectif de l'AdD :

L'objectif « qualitatif » est de construire une synthèse de tout ce qui peut conduire à un événement redouté et d'évaluer l'effet d'une modification du système, de comparer les conséquences des mesures qui peuvent être envisagées pour réduire l'occurrence de l'événement redouté étudié (Signoret et al., 2020) .

I.3.4. Les avantages et les limites :

Le principal avantage de l'analyse par arbre des défaillances est qu'elle permet de considérer des combinaisons d'évènements pouvant conduire in fine à un événement redouté. Cette possibilité permet une bonne adéquation avec l'analyse d'accidents passés qui montre que les accidents majeurs observés résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs évènements qui seuls n'auraient pu entraîner de tels sinistres.

Par ailleurs, en visant à l'estimation des probabilités d'occurrence des évènements conduisant à l'événement final, elle permet de disposer de critères pour déterminer les priorités pour la prévention d'accidents potentiels.

L'analyse par arbre des défaillances sport sur un événement particulier et son application à tout un système peut s'avérer fastidieuse .En ce sens, il est conseillé de mettre en œuvre au préalable des méthodes inductives d'analyse des risques. Ces out ils permettent d'un épart d'identifier les évènements les plus graves qui pourront faire l'objet d'une analyse par arbre des défaillances et, d'autre part, de faciliter la détermination des causes immédiates, nécessaires et suffisantes au niveau de l'élaboration de l'arbre.

Depuis une quinzaine d'années, des logiciels informatiques sont commercialisé sain de rendre plus aisée l'application de l'arbre des défaillances. Ces outils se montrent très utiles pour la recherche de la coupe minimale, la détermination des probabilités ainsi que pour la présentation graphique des résultats sous forme arborescente. (Debray et al., 2006) .

I.4. Arbre des évènements (ADE):

I.4.1. Historique et domaine d'application :

L'analyse par arbre d'évènements a été développée au début des années 1970 pour l'estimation du risque lié aux centrales nucléaires. Particulièrement utilisée dans le domaine du nucléaire, son utilisation s'est étendue à d'autres secteurs d'activité. De par sa complexité

proche de celle de l'analyse par arbre des défaillances, cette méthode s'applique sur des sous-systèmes bien déterminés. Elle apporte une aide précieuse pour traiter des systèmes comportant de nombreux dispositifs de sécurité et de leurs interactions. L'ADE permet d'estimer les probabilités d'occurrence de séquences accidentelles à condition de disposer de la probabilité d'occurrence de l'événement initial et de la probabilité de défaillance des barrières de sécurité. Cette méthode est aussi utilisée dans le domaine de l'analyse après accidents en vue d'expliquer les conséquences observées résultant d'une défaillance du système (Marec, 2002) .

Refrenche : Yves, M., Arbres de défaillance, des causes et d'événement. Techniques de l'ingénieur, Méthodes d'analyse des risques, 2002.

I.4.2. Principe de l'ADE :

L'analyse par arbre des défaillances, comme nous l'avons vu précédemment, vise àdéterminer, dans une démarche déductive, les causes d'un événement indésirable ou redouté retenu a priori. A l'inverse, l'analyse par arbre d'évènements suppose la défaillance d'un composant ou d'une partie du système et s'attache à déterminer les évènements qui en découlent, dans une démarche inductive.

A partir d'un événement initiateur ou d'une défaillance, l'analyse par arbre d'évènements permet donc d'estimer la dérive du système le fonctionnement ou la défaillance des dispositifs de détection, d'alarme, de prévention, de protection oud'intervention.

La démarche généralement retenue pour réaliser une analyse par arbre d'évènements est la suivante :

Définir l'événement initiateur à considérer,

Identifier les fonctions de sécurité prévues pour y faire face,

Construire l'arbre,

Décrire et exploiter les séquences d'évènements identifiées.

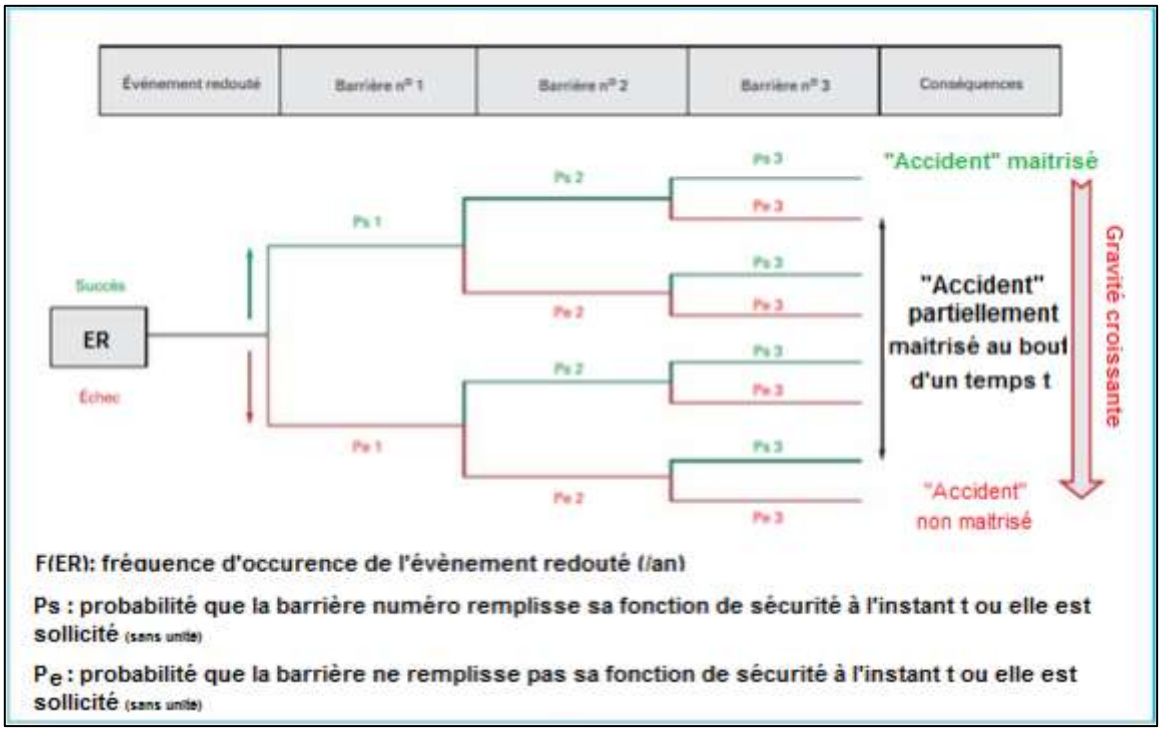


Figure 12: Structure d'un arbre d'événement

(Marec, 2002)

I.4.3. Les avantages et les limites :

L'analyse par arbre d'évènements est une méthode qui permet d'examiner, à partir d'un événement initiateur, l'enchaînement des évènements pouvant conduire ou non à un accident potentiel. Elle trouve ainsi une utilité toute particulière pour l'étude de l'architecture des moyens de sécurité (prévention, protection, intervention) existants ou pouvant être envisagés sur un site. A ce titre, elle peut être utilisée pour l'analyse d'accidents a posteriori. Cette méthode peut s'avérer lourde à mettre en œuvre. En conséquence, il faut définir avec discernement l'événement initiateur qui fera l'objet de cette analyse (Debray et al., 2006) .

I.5. L'analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticités AMDEC :

I.5.1.Définition :

AMDEC ou FMECA (failure mode and effect and criticalityanalysis) est un outilméthodologique permettant l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une installation.

Selon l'AFNOR : « l'AMDEC est une méthode inductive qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système ». C'est une opération de contrôle, qui permet de vérifier et d'évaluer les performances d'un système avant qu'il ne soit mis en œuvre, c'est une analyse préventive exercée aux étapes de la conception et de l'industrialisation.

L'AMDEC est une méthode de gestion des risques a priori qui peut s'appliquer à unprocessus, dans le but d'agir le plus tôt possible sur ses défauts potentiels (Faucher, J,2009) . (Landy, G,2011) (Hurtrel et al., 2012)

Reference : Faucher J. Pratique de l'AMDEC. 2e ed2009.

EtReference : Landy G. AMDEC: guide pratique: AFNOR; 2011.

I.5.2. L'historique d'AMDEC :

Était l'analyse des problèmes potentiels (identifier ce qui aurait pu aller mal dans toute planification), l'AMDEC s'est spécialisée pour l'analyse des produits, procédés,machines&etc.

Elle fut utilisée dans les années 1950 par l'industrie aérospatiale et militaire américaine, puis pratiquée en France (1960-1970) par les ingénieurs et les instructeurs automobile français qui exigent même à leur fournisseur l'utilisation de cet outil de prévention (Hurtrel et al., 2012)

AMDEC est une version simplifiée de l'AMDEC car elle ne fait pas intervenir l'outil dedétermination de priorité (criticité), l'AMDE est employée comme une technique d'évaluation des défaillances afin de déterminer la fiabilité d'un système, tandis que l'AMDEC ajoute à cette technique un classement selon leur impact sur la qualité et la sécurité du système analysé, de ce fait, la méthode AMDEC est une analyse à la fois quantitative et qualitative :

- Analyse qualitative des défaillances par l'établissement d'une relation cause-effet ;
- Analyse quantitative par une cotation de trois paramètres qui sont : la sévérité, laprobabilité, et la détectabilité et calcul de la criticité à partir de ces trois paramètres,afin de classer les défaillances du système et mesurer les résultats.

L'AMDEC est actuellement largement recommandé au niveau international etsystématiquement utilisée dans toutes les industries à risque notamment les industries de santé, elle est un des outils de base de prévention et d'amélioration continue et une analyse de problèmes potentiels et non pas une analyse de problèmes avérés (Landy, 2011) .

I.5.3. Principe de l'AMDEC :

La logique AMDEC est sous tendue par ces quatre questions de base :

- Qu'est ce qui pourrait aller mal ? la réponse à cette question recherche des modes dedéfaillances potentielles.
- Quels pourraient être les effets entrainés par ce mode de défaillance ? à la recherchedes effets possibles, conséquence des problèmes (directs, indirects, immédiats oudifférés).
- Quelles pourraient être les causes à l'origine de ce mode de défaillance potentiel ? àla recherche des causes possibles indispensables à la mise en œuvre des mesurespréventives.
- Comment peut-on détecter cette défaillance si elle se produit ? à la recherche desmoyens de contrôle.

Des questions pour la détermination de la priorité s'ajoute à nos quatre questions de base afin d'aider le groupe à trier les préoccupations par ordre de priorité en travaillant sur troiscritères :

- La cotation de sévérité (S) pour donner l'importance relative des effets, premièrehiérarchisation qui permet de savoir si un risque est acceptable ou, des mesurescorrectives et/ou préventives s'imposent, en fonction des conséquences suspectées,
- La cotation de la probabilité d'apparition (occurrence) afin d'estimer la fréquence àlaquelle se produit la défaillance potentielle.
- La cotation de détection qui juge l'efficacité et la capacité des moyens de contrôle àdétecter l'apparition des défaillances (Landy, 2011).

De ces trois critères multipliés entre eux, une cotation appelée indice de priorité IPR (criticité) ou risque prioritynumber (RPN), est produite.

Ces trois cotations sont attribuées par le groupe de travail à l'aide d'échelles en fonction despréoccupations de l'entreprise utilisant AMDEC comme méthode d'analyse de risque. Cescotations sont relatives et indépendantes les unes des autres.

Après avoir déterminé les criticités relatives aux modes de défaillances, un choix d'actionsd'amélioration (correctives, ou préventives) et l'ordre dans lequel elles seront accomplies sont établi.

I.5.4. Les étapes de la méthode AMDEC :

La méthode s'inscrit dans une démarche en huit étapes :

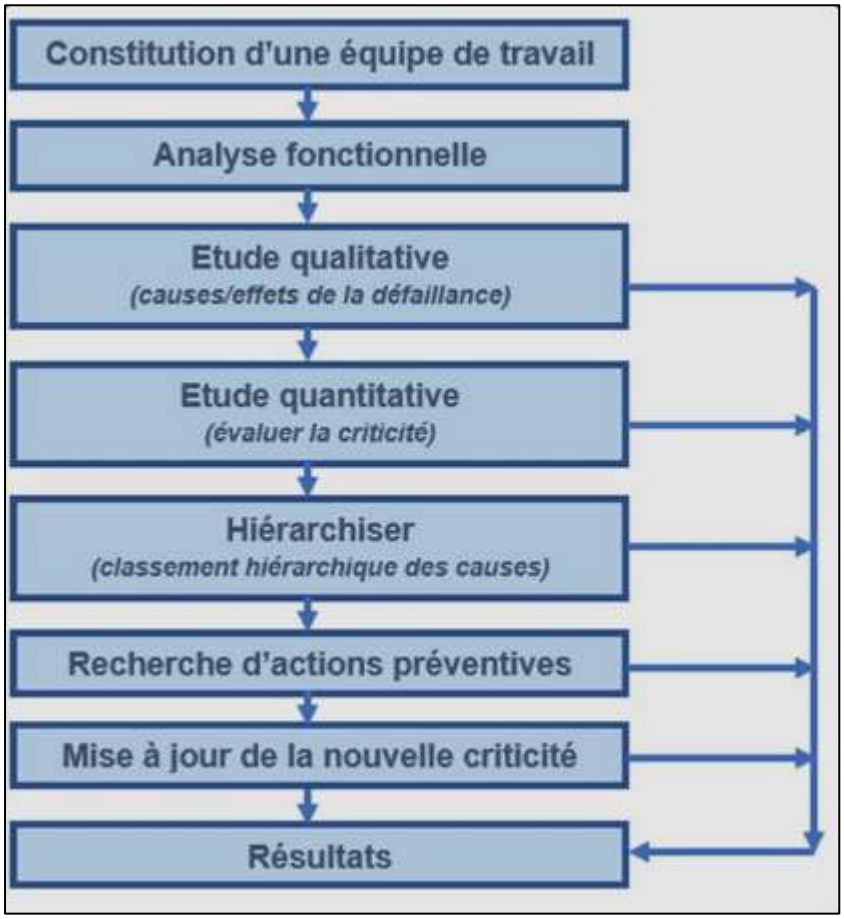


Figure 13: la démarche AMDEC

(Boukhrissi, 2015)

I.5.5. Les avantages et les limites :

L'AMDEC s'avère très efficace lorsqu'elle est mise en œuvre pour l'analyse dedéfaillances simples d'éléments conduisant à la défaillance globale du système. De par son caractère systématique et sa maille d'étude généralement fine, elle constitue un outil précieux pour l'identification de défaillances potentielle set les moyens d'enlimiter les effets ou d'en prévenir l'occurrence.

Comme elle consiste à examiner chaque mode de défaillance, ses causes et ses effetspour les différents états de fonctionnement du système, l'AMDEC permet d'identifierles modes communs de défaillances pouvant affecter le système étudié.

Les modes communs Défaillances correspondent à des événements qui de par leur nature ou la dépendance de certains composants, provoquent simultanément des états de panne sur plusieurs composants du système. Les pertes d'utilités ou des agressions externes majeurs constituent par exemple, en règle générale, des modes communs de défaillance.

Dans le cas de systèmes particulièrement complexes comptant un grand nombre de composants, l'AMDEC peut être très difficile à mener et particulièrement fastidieuse compte tenu du volume important d'informations à traiter. Cette difficulté est décuplée lorsque le système considéré comporte de nombreux états de fonctionnement.

Par ailleurs, l'AMDEC considère des défaillances simples et peut être utilementcomplétée, selon les besoins de l'analyse, par des méthodes dédiées à l'étude dedéfaillances multiples comme l'analyse par arbre des défaillances par exemple (Debray et al., 2006).

I.6. Nœud papillon :

I.6.1. Historique et domaine d'application :

Le « Nœud Papillon » est une approche probabiliste de la gestion des risques de type arborescente. Le Nœud Papillon est utilisé dans différents secteurs industriels par des entreprises comme SHELL qui a été à l'origine du développement de ce type d'outils (Olivier, 2008) .

I.6.2. Principe du nœud papillon :

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillances et un arbre d'événements représentés de façon un peu différente de celle décrite dans les paragraphes précédents. En donne une représentation schématique sous la forme suivante (figure) où les barrières sont figurées par des barres verticales.

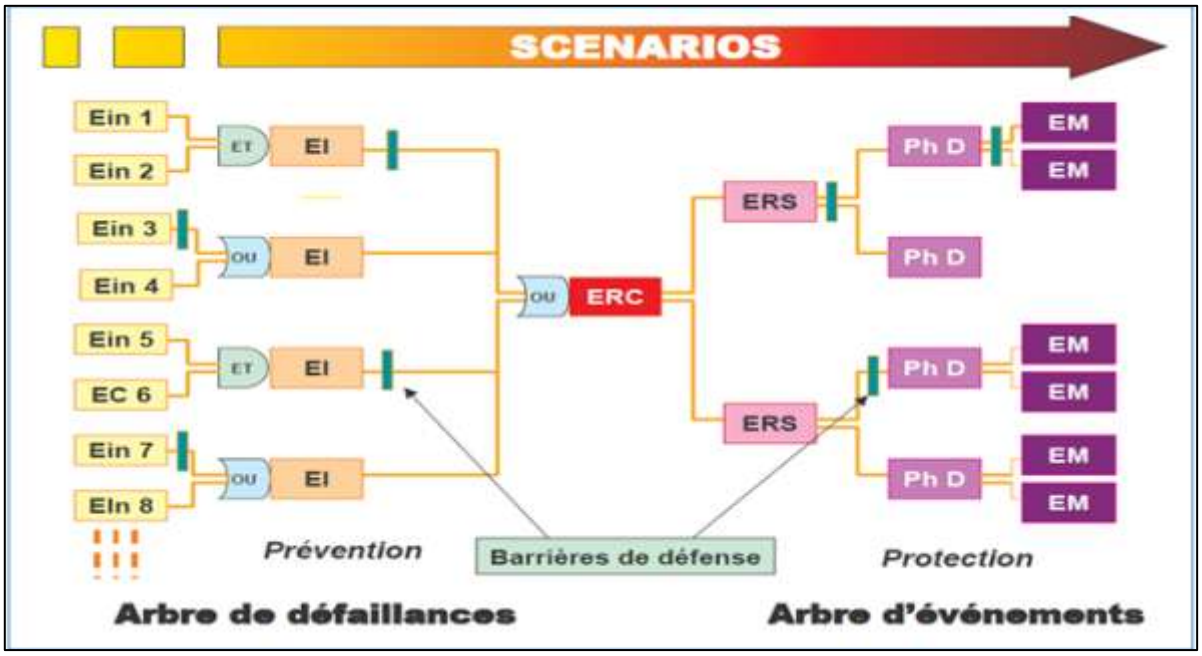


Figure 14: Scénario d'accident représenté en model nœud papillon

Tableau 3: Légende des évènements du modèle nœud de papillon

Désignation	signification	Définition	Exemples
Eln	Evénement indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies.	Le sur remplissage ou un départ d'incendie à proximité d'un équipement dangereux peuvent être des événements initiateurs.
EC	Evénement courant	Evénement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation.	Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des événements courants.
EI	Evénement initiateur	Cause directe d'une porte de confinement ou d'intégrité physique.	La corrosion, l érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des événements initiateurs.
ERC	Evénement Redouté Centrale.	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique	Rupture, Brèche, Ruine ou Décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte

		d'une substance dangereuse.	d'intégrité physique.
ERS	Evénement redouté secondaire.	Conséquence directe de l'événement redouté central, l'événement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident.	Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique.
Ph D	Phénomène dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie .Explosion .dispersion d'un nuage toxique
EM	Effets Majeurs	Dommages occasionnés au niveau des éléments vulnérables (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux	Effets létaux ou irréversible sur la population Synergies d'accident
Barrières ou mesures de prévention		Barrières ou mesures visant a prévenir la perte de confinement ou d'intégrité physique	Peinture anti-corrosion. coupure automatique des opérations de dépotage sur détection d'un niveau très haut
Barrières ou mesures de protection		Barrières ou mesures visant a limitéles conséquences de la perte de confinement ou d'intégrité physique	Vannes de sectionnement automatique asservie à une détection (gaz, pression, débit), moyens d'interventions ...

Le point central du Nœud Papillon, appelé ici Évènement Redouté Central (ERC), désigne généralement une perte de confinement ou une perte d'intégrité physique (décomposition). La partie gauche du Nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes de cette perte de confinement. La partie droite du Nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet événement redouté central tout comme le ferait un arbre d'évènements

I.6.3. Limites et avantages :

Le Nœud Papillon offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des éléments vulnérables identifiés. 57 De ce fait, cet outil met clairement en valeur l'action des barrières de sécurité s'opposant à ces scénarios d'accidents et permet d'apporter une démonstration renforcée de la maîtrise des risques. En revanche, il s'agit d'un outil dont la mise en œuvre peut être particulièrement coûteuse en temps. Son utilisation doit donc être décidée pour des cas justifiant effectivement un tel niveau de détail (INERIS, 2006) .

II. Évaluation des Risques Professionnels EVRP :

II.1. Qu'est-ce que l'Évaluation des Risques Professionnels ?

L'évaluation des risques professionnels (EVRP) consiste à identifier et classer les risques qui peuvent se rencontrer dans l'entreprise, afin de mettre en place des actions de prévention pertinentes, cohérentes, adaptées. Elle est l'étape initiale de toute démarche de prévention. Sur la base des résultats de l'analyse des risques, le but de l'évaluation du risque professionnel est d'aider les décideurs à déterminer les risques nécessitant un traitement et la priorité dans la mise en œuvre des traitements.

L'évaluation des risques professionnels consiste à comparer le niveau de risque déterminé au cours de processus d'analyse aux critères de risque établis lors de l'établissement de contexte. Sur la base de cette comparaison, il est possible d'étudier la nécessité d'un traitement.

Il convient que la décision tienne compte de contexte élargi de risques et en particulier considérant la tolérance au risque des parties autre que l'organisme qui tire avantages du risque. Il convient que les décisions respectant les obligations légales, réglementaires et autres exigences. Dans certains cas l'évaluation du risque peut déboucher sur la décision d'entreprendre une analyse plus approfondie. L'évaluation du risque peut également conduire à la décision de ne pas traiter le risque autrement qu'en maintenant les moyens de maîtrise du risque existants. Cette décision va dépendre de l'attitude de l'organisme face au risque. Ainsi que des critères de risque qui ont été établis.

L'EVRP est une démarche structurée dont les résultats sont formalisés dans un "tableau d'EVRP".Ce tableau est mis à la disposition des salariés, des membres du CHSCT,

des délégués du personnel, du médecin du travail, de l'inspecteur du travail et des agents des services de prévention des organismes de sécurité sociale (ISO, 2009).

II.2. L'importance de l'Évaluation des Risques:

Les évaluations des risques professionnels (EVRP) sont très importantes puisqu'elles font partie intégrante d'un bon plan de gestion de la santé et de la sécurité au travail. L'évaluation des risques professionnels (EVRP) relève de la responsabilité de l'employeur, et s'inscrit dans le cadre de son obligation générale d'assurer la sécurité et de protéger la santé des salariés. Elles contribuent à :

- Déterminer si un programme de gestion est nécessaire pour un danger particulier ;
- Prévenir les blessures ou les maladies lorsque les évaluations sont effectuées à l'étape de la conception ou de la planification ;
- Sensibiliser les personnes aux dangers et aux risques.
- Déterminer si un programme de gestion est nécessaire pour un danger particulier.
- Déterminer qui est exposé à des risques (employés, personnel d'entretien, visiteurs, entrepreneurs, membres du public, etc.).
- Satisfaire les obligations juridiques, le cas échéant.
- Hiérarchiser les risques et les mesures de maîtrise de ces derniers.

II.3. Les étapes de l'EVRP :

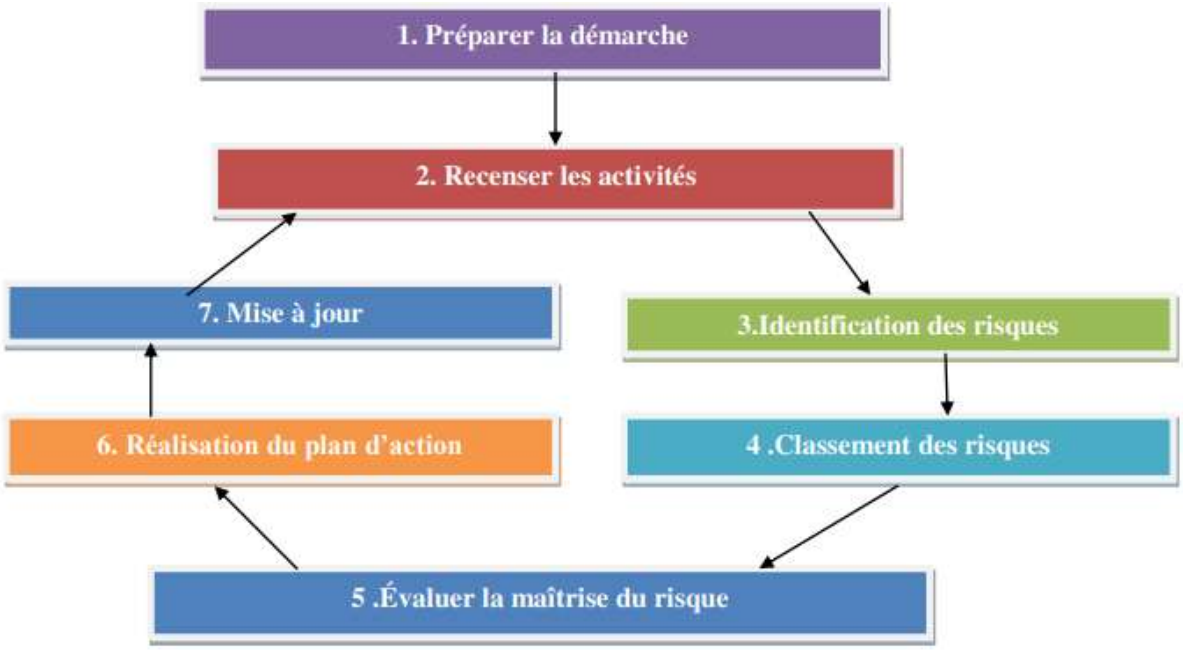


Figure 15: les étapes de l'évaluation des risques professionnels (Registre Unique de Santé et de Sécurité au Travail, 2007)

Conclusion du chapitre II :

En conclusion, les méthodes d'analyse des risques professionnels, telles que l'APR, HAZOP, AMDEC, les arbres de défaillances (ADD), les arbres d'événements (ADE) et le nœud papillon, constituent des outils indispensables pour identifier et analyser les situations dangereuses en milieu de travail. Chaque méthode présente des caractéristiques spécifiques adaptées à différents contextes, ce qui rend leur utilisation complémentaire pour une analyse plus efficace et approfondie.

Cependant, l'analyse des risques ne peut être dissociée de leur évaluation. En effet, l'évaluation des risques professionnels permet d'estimer la gravité et la probabilité des dangers identifiés, afin de les hiérarchiser et de définir des priorités d'action. Elle constitue une étape clé dans la mise en place d'une démarche de prévention efficace, en orientant les décisions vers les risques les plus critiques.

L'analyse ➜ identifie et comprend les dangers

L'évaluation ➜ mesure et classe les risques

- Ainsi, la combinaison de ces deux démarches permet :

-Une meilleure prise de décision.

-Une allocation optimale des moyens de prévention

-Une réduction significative des accidents et maladies professionnelles

En définitive, l'intégration des méthodes d'analyse et de l'évaluation des risques professionnels s'inscrit dans une approche globale et proactive de gestion des risques, visant à garantir la sécurité des travailleurs, améliorer les conditions de travail et renforcer la performance durable de l'entreprise.

Partie pratique

Chapitre III :

Evaluation des Risques professionnels au niveau de NAFTAL

Introduction

Après avoir présenté dans les chapitres précédents les fondements théoriques des risques professionnels ainsi que les principales méthodes d'analyse et d'évaluation des risques, cette partie est consacrée à l'application pratique de ces concepts au sein de l'entreprise NAFTAL**,** précisément au Mini Centre Emplisseur (MCE) GPL de Tissemsilt.
L'objectif principal de cette étude est d'identifier les dangers présents dans les différentes zones de travail, d'analyser les situations dangereuses susceptibles de conduire à des accidents ou à des maladies professionnelles, puis d'évaluer les risques selon la démarche d'Évaluation des Risques Professionnels (EvRP) adoptée par l'entreprise. Cette démarche permet de hiérarchiser les risques en fonction de leur criticité afin de définir les priorités d'intervention.
Pour atteindre cet objectif, plusieurs étapes ont été suivies, notamment la présentation de l'entreprise et de son organisation, l'identification des unités de travail, le recensement des sources de danger, l'analyse des scénarios de risques, leur évaluation selon les critères de gravité et de probabilité, puis l'élaboration d'un plan d'actions visant à réduire les risques à un niveauacceptable.
Cette partie pratique constitue ainsi le cœur de ce mémoire, puisqu'elle permet de confronter les connaissances théoriques à la réalité du terrain et de proposer des mesures de prévention adaptées aux activités du MCE GPL de Tissemsilt, dans une démarche d'amélioration continue de la santé et de la sécurité au travail.

I . Présentation de NAFTAL :

I.1. définition de NAFTAL :

NAFTAL : Société Nationale a pour mission principale, La distribution et la commercialisation de produits sur le marché national, Elle intervient dans les domaines suivants :

- Enfûtage GPL.
- Formulation de Bitumes.
- Distribution, stockage et commercialisation des Carburants.
  GPL, Lubrifiants, Bitumes, Pneumatiques, produits spéciaux.
- Transport de produits pétroliers.

I.2. Présentationde la société NAFTAL et GPL TISSEMSILT CE-381 :

I .2.1. Situation Géographique :

Le centre s'étend sur une superficie de 43 001m² dans la zone industrielle Zaaroura, au Sud-ouest de la wilaya de Tiaret. Avec une surface bâtie de 3 387,90m² sans le hall d'emplissage.



Figure 16: Situation Géographique

I.2.2.Description générale :

Le Centre Emplisseur de Tissemsilt a vu ses anciennes machines d'emplissage B13Kgs à bascules mécaniques remplacées par des bascules d'emplissage électroniques.

Au niveau de la chaîne d'emplissage, des équipements de contrôle d'étanchéité et des équipements de contrôle de poids modernes ont également été installés et ceci dans le but de mettre sur le marché un produit de qualité. La rénovation a été effectuée en juillet 2008. La zone d'influence du Centre s'étend sur toute la wilaya de Tissemsilt.

Le Centre Emplisseur de Tissemsilt conditionne annuellement 15 000 Tonnes et distribue 19000 Tonnes de GPL, avec un effectif de 82 permanents et 09 temporaires.

Le GPL vrac (Butane & propane) est acheminé vers le Centre à partir du GIS D'ARZEW (ORAN), SIDI ARSSINE ALGER et la raffinerie D'ALGER.

I.3. Processus de fabrication :

I.3.1. Le réseau national de distribution :

Le réseau national de distribution en produits pétroliers comprend trois étapes essentielles qui sont :

L'approvisionnement :

C'est une action d'acheminer les produits pétroliers d'une raffinerie, vers un centre primaire, que soit d'ELHARRACH (code16A) ou bien CARROBIER (code169), ce transfert est réalisé soit par pipe -line ou par cabotage (bateau).

Le ravitaillement :

Lorsque les centres de stockages (primaires) sont bien chargés, alors on a deux étapes, l'acheminement des produits pétroliers d'un centre primaire vers les centres secondaires (dépôt), soit par rail (train), ou par camion (wagon-citerne), les dépôts n'ont aucune relation avec les raffineries, et chaque entrepôt couvreun ensemble de dépôt.

La livraison :

C'est la phase finale, qui intervient au niveau du réseau de distribution son rôle est d'assurer la disponibilité des produits, dans les zones de consommation (stations-services) le transfert des carburants vers les stations- services se fait entièrement par deux manière différentes :

- **La livraison directe :**

Consiste à livrer les produits carburants d'un centre secondaire vers les clients, en utilisant des camions propres à NAFTAL, lorsque l'entreprise n'arrive pas à satisfaire sa clientèle alors elle fait appellea ses clients privés qui ont des camions propre à eux pour assurer la livraison, elle se fait généralement pour les stations qui sont proche de NAFTAL

I.3.2. Activités et missions :

La District GPL Tiaret est approvisionnée en Butane et Propane vrac à partir d'Arzew ou l'on transporte le produit dans des citernes spéciales.

Arrivés au niveau de centre on procède au dépotage du produit et son stock :a-pour le centre de Tiaret, dans une sphère (capacité 1000 tonnes) pour le butane et deux cigares (capacité de 75 tonnes chacun) pour le propane

b-pour le mini centre de Tissemsilt trois cigares (capacité de 50 tonnes) pour le butane

I.3.3. Services et produits :

Les GPL sont des mélanges de Butane (C4) et de Propane (C3), qui peuvent être obtenus àpartir de diverses sources de traitement des hydrocarbures telles que:

- Le traitement du gaz naturel ou gaz associés.
- Le raffinage du pétrole.
- la liquéfaction du gaz naturel.

Dans la gamme des produits GPL, **NAFTAL** commercialise deux produits essentiels:

_ Le Butane Commercial :

Mélange d'hydrocarbures composé essentiellement de butanes et de butènes et en faible proportion de propane et de propène (moins de 19 % du volume). Le butane est commercialisé sous deux formes de conditionnement :

- Bouteille de 13 Kg (B13).
- Bouteille de 06 Kg (B6).
- Bouteille de 03 Kg (B3).

_ Le Propane Commercial :

Mélange d'hydrocarbures composé d'au moins 93% de propane et de propène et pour le surplus d'éthane, d'éthylène, de butane et de butènes.

Le propane conditionné est commercialisé en bouteille de 35 kg exclusivement.

I.4. Organisation du travail :

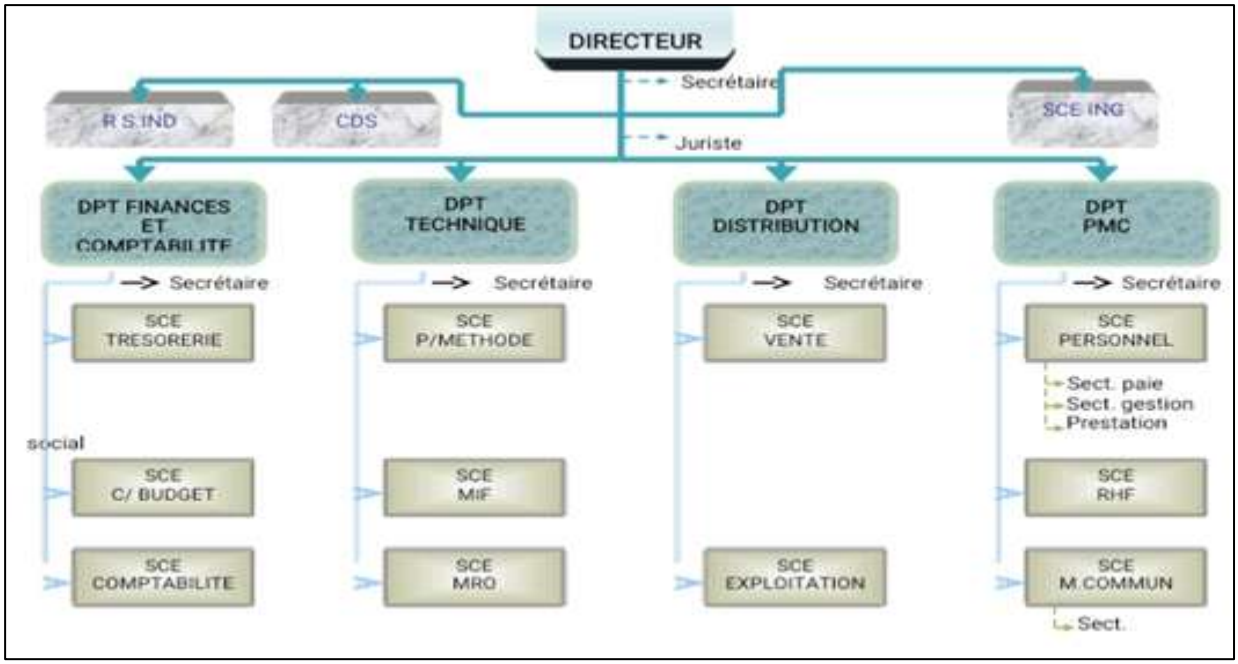


Figure 17: organigramme de entreprise NAFTAL disteict GPL TIARET

I.5. Organigramme de sécurité :

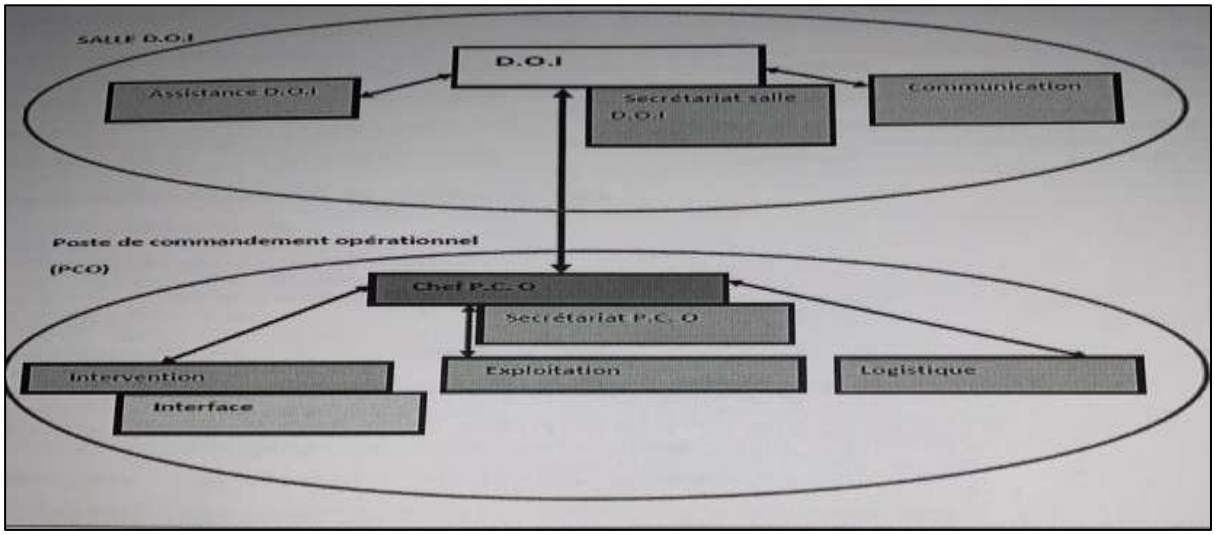


Figure 18: schéma d'organisation des intervenante internes

I.6. Les principales sections du MCE et leurs rôles :

- **Missions principales du centre emplisseur :**
- **Chef de centre :**

Son rôle principal est la surveillance de toutes les opérations de différentes sections : -

- Animer, coordonner et contrôler les fonctions d'approvisionnement, de stockage, d'enfûtage, de distribution, de commercialisation et de gestion financière et du
- Assurer la maintenance et la sécurité industrielle des installations et autres personnel du centre. équipement du centre.
- Exploiter les moyens de transport du centre et en assurer la maintenance**.**

❖ Taches & responsabilités :

- ✓ Assurer l'exécution du plan de production (volets approvisionnement, ravitaillement, enfûtage, livraison, ventes…etc.) l'établi par les structures concernées de la branche GPL ;
- ✓ Organiser les opérations relatives à la reconnaissance, la réception et le comptage des produits GPL vrac (propane/butane) ;
- ✓ Gérer les stocks en produits GPL du centre et communiquer régulièrement un point de situation au district GPL et aux structures concernées de la branche GPL.
- ✓ Assurer le suivi et le contrôle des différentes étapes de la chaine de production des GPL depuis la source jusqu'à la livraison ;

- ✓ Réceptionner et traiter les commandes des produits GPL de la clientèle et établir le programme de distribution et de livraison des produits et les documents de source y afférents (BLF, BTS… etc.) ;
- ✓ Assurer l'exploitation et la maintenance des installations de stockage et d'enfûtage et autres équipements du centre ;
- ✓ Assurer la gestion et la maintenance des moyens de transport du centre et en suivre les performances ;
- ✓ Veiller au strict respect des règles, procédures et consignes HSE notamment la sécurité industrielle régissant l'activité GPL ;
- ✓ Etablir quotidiennement la journée comptable(j) et transmettre au plus tard le lendemain(j+1) aux structures concernées du district GPL ;
- ✓ Assurer la gestion du personnel du centre ;
- ✓ Etablir un rapport périodique des activités du centre ;
- ✓ Elaborer le budget et le bilan annuels du centre ;

Diriger le personnel placé sous son autorité, lui assigner des tâches et objectifs, évaluer ses performances et veiller à la discipline et au développement de l'esprit de groupe.

- ➢ **Missions Les Directions HSE/ Branches sont chargées de :**

  - ✓ Mettre en œuvre la méthodologie au niveau des sites opérationnels;
  - ✓ Assurer son suivi à l'échelle de tous les sites opérationnels de la branche d'activité ;
  - ✓ Informer et assister les responsables des sites dans la mise en œuvre dela méthodologie d'investigation des accidents / incidents ;
  - ✓ Diligenter et participer à l'investigation des accidents / incidents ;
  - ✓ Assure le suivi et veiller à la mise en œuvre des plans.

- **Mission de premier responsable de la structure opérationnelle (siège administratif :**

– centre opérationnelle chargé de :

- ✓ L'investigation de tout accident et incident survenu sur son site ;
- ✓ La désignation d'un leader d'investigation ;
- ✓ La désignation d'un membre de la Commission Hygiène et Sécurité à joindre à l'équipe d'investigation ;
- ✓ La mise à la disposition de l'équipe d'investigation de tous les documents nécessaires ;
- ✓ La mise en place et la validation des plans d'actions issus des revues périodiques et de l'investigation ;
- ✓ Le suivi, le contrôle et la mise en œuvre des plans d'action arrêtés.

II.1. Evaluation des risques professionnels au niveau de MCE

TISSEMSILT :

. L'évaluation des risques au niveau de NAFTAL : L'EvRP nécessite une méthode bien définit qui doit être respecté, commençant par l'observation jusqu'à la réalisation des mesure préventives.

II.1.1. Démarche de l'EvRP :

Un Référentiel EvRP est établi par la Direction Centrale Santé Sécurité Environnement (DC/HSE). Qui a pour objet de définir l'organisation générale de la démarche de l'évaluation des risques professionnels, ainsi que sa mise en œuvre au sein des Structures de l'Entreprise. Aussi, il présente la méthode d'évaluation, la hiérarchisation des risques professionnels, la matrice d'évaluation (document de l'EvRP) ainsi que le plan d'actions de prévention et les outils de suivi.

II.1.2. Champ d'application :

Ce référentiel s'applique à l'ensemble des Structures des Activités de l'Entreprisedevant mettre en œuvre l'Evaluation des Risques Professionnels « EvRP ».

II.2. Présentation de l'EvRP :

II.2.1. Éléments essentiels de l'EvRP :

L'évaluation des risques professionnels est d'abord une démarche structurée en 03étapes.

II.2.1.1. Les étapes de l'EvRP :

L'évaluation des risques professionnels (EvRP) est l'étape essentielle d'une politique réussie de santé et sécurité au travail, l'EvRP est une démarche structurée en 03 étapes:

- L'identification des risques professionnels.
- L'évaluation etanalyse et la hiérarchisation des risques professionnels.
- La planification des actions de prévention et les outils de suivi.

✓ **Étape 1 : Identifications des dangers :**

Evaluation des risques professionnels d'une part, et un suivi et une observation du travail réel d'autre part. Différentes méthodes d'identification des risques, notamment :

La première approche consiste à collecter et répertorier les informations existantes sur les risques à partir des documents suivants :

♣ Dossiers de médecine du travail, maladies professionnelles (MP),et les différents permis de travail :

1. Permis de Travail à Froid
2. Permis de Travail à Chaud
3. Permis de pénétrer dans un espace confiné
4. Permis d'excavation
5. Permis de travauxenhauteur
6. Permis d'entrer pour véhicules et engins
7. Permis de travail sur équipement électrique

♣ Un registre des accidents du travail (AT), incidents et quasi-accidents du travail.

♣ Questionnaires, check-lists, boîtes à outils, réunions et audits de sécurité :

♣ Le PII Plan d'intervention interne.

♣ Instructions du fabricant, guides d'utilisation et manuels.

♣ Recommandations issues des inspections de l'Inspection du Travail(IT). Tests d'exposition (hygiène de travail telle que l'exposition au bruit, aux polluants ou aux produits chimiques ou produits).

♣ Rapports de vérification de l'état des bâtiments, des installations, des équipements, des matériaux, etc. (éligibilité de l'électricité, de la pression et des machines, etc.).

♣ Résultats des exercices.

♣ Rapport du congrès des travailleurs.

♣ PV de réunion du CPHS.

♣ Lesrésultats de toute analyse de la sécurité des tâches et de documentation sur la santé et la sécurité au travail.

- ✓ **Etape 2 : Analyse des risques :**

Consiste à localiser et à identifier tous les dangers auxquels les employés peuvent être exposés dans chaque cellule de travail. En effet, la pertinence de l'évaluation des risques professionnels repose largement sur la prise en compte de situations de travail spécifiques, dites « emplois réels », par opposition aux descriptions théoriques des emplois. Ce travail a été suivi d'observations complémentaires sur le terrain pour mieux comprendre les conditions d'exposition au risque. Pour ce faire, vous devez : Écoutez les employés parler de leurs situations de travail, demandez-leur comment ils travaillent et demandez-leur de décrire des situations dangereuses. Parlez aux travailleurs, ce sont eux qui connaissent le mieux leur travail et leurs risques. Observer les conditions et processus de travail réels. Identifier et analyser toutes les tâches effectuées.

II.2.2. La mise en œuvre de l'étude :

L'Entreprise a opté pour une évaluation qualitative des risques professionnels, réalisée par l'effort propre (groupes pluridisciplinaires). Elle prend en charge l'évaluation du risque chronique (exposition progressive qui engendre des maladies professionnelles et le risque accident événement soudain avec comme dommages, des lésions physiques et atteinte

psychiques).

Elle est basée sur l'évaluation du travail réel en concertation avec le travailleur qui vit la situation de travail, en tant qu'acteur actif de la prévention (et non comme l'objet ou l'assisté de la prévention).

Cette stratégie participative a pour objectif de consacrer davantage la vision préventive et particulièrement la prévention primaire, en mettant l'accent, non pas sur la protection individuelle et la surveillance de la santé, mais sur la gestion pragmatique des risques professionnels.

Cette évaluation des risques professionnels se déploie selon une méthode simple, graduée et économe en temps et en moyens. Elle favorise un processus dynamique de gestion des risques professionnels (PDCA appliquée à la prévention).

La méthode d'évaluation « la méthode M.A.D.S et la hiérarchisation des risques professionnels :

L'approche MADS (Méthodologie d'Analyse des Dysfonctionnements dans les Systèmes) a pour objet d'appréhender les événements non souhaités (ENS) caractérisés comme les dysfonctionnements susceptibles de provoquer des effets non souhaités sur l'individu, la population, l'écosystème et l'installation.

Cette approche est basée sur le modèle de processus de danger, représenté ci-dessous, qui a pour objet de décrire l'enchaînement des événements conduisant à une situation dangereuse. Le processus relie les processus sources de danger aux processus susceptibles d'être affectés au niveau de la cible.

La liaison s'effectue par l'intermédiaire d'un flux de danger (matière, énergie, information) orienté de la source vers la cible. Sources, cibles et flux sont immergés dans un champ de danger qui peut influencer l'état du système source mais également l'effet sur les cibles et le flux.

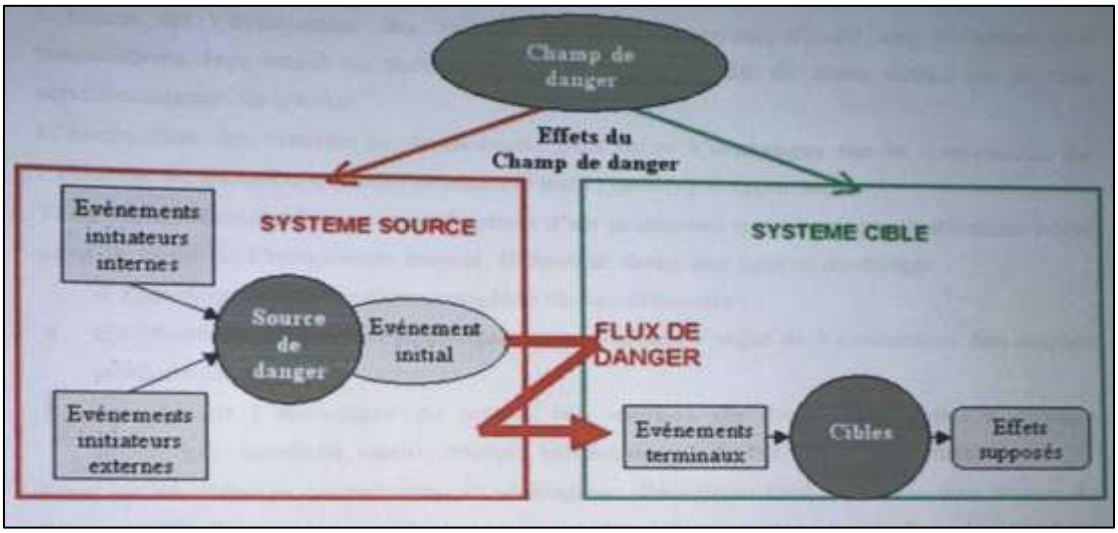


Figure 19: la méthode M.A.D.S et la hiérarchisation des risquesprofessionnels proche MADS

_L'enjeu de l'évaluation des risques professionnels au travail est la santé des travailleurs, leur santé ne doit pas être dégradée du fait de leurs tâches ou de leur environnement de travail.
_L'évaluation des risques professionnels doit donc s'interroger sur la coexistence de l'homme au travail avec le(s) processus au(x) quel(s) il appartient.
_ Tout élément entrant dans la réalisation d'un processus peut être potentiellement nocif pour la santé de l'homme au travail. Il devient donc une source de danger :
Il faut donc établir la liste complète de ces éléments :
a. En identifiant l'ensemble des processus faisant l'objet de l'évaluation des risques professionnels.
b. En faisant l'inventaire de toutes les sources de danger associées à chaque processus : produits, outils, engins, infrastructure de bâtiments, machines...etc.
- Pour qu'un élément entrant dans la réalisation d'un processus devienne une source de danger, il faut pouvoir lui associer des évènements possibles le rendant potentiellement dangereux pour la santé et la sécurité des travailleurs. Ces événements sont appelés scénarios de danger. Chaque source de danger est porteuse d'un ou plusieurs scénarios de danger.

II.3. Application de EVrP sur MCE Tissemsilt :

II.3.1. DO Plan d'ensemble des zones de risque :

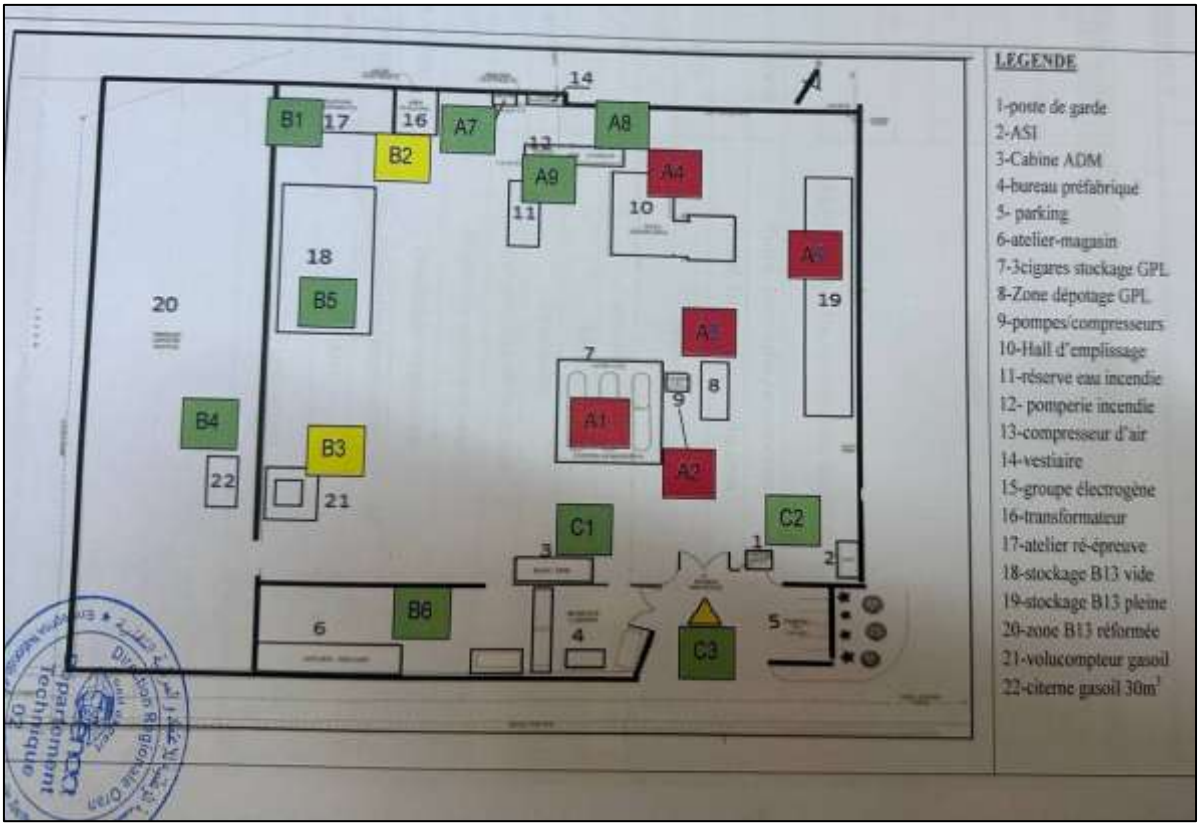


Figure 20: DO Plan d'ensemble des zones de risque

Tableau 4: d'inventaire et classement des risques par zone

Repère	Désignation	risque	importance
1	Poste de garde	incendie	Faible
2	Bureau ASI		
3	Bloc ADM		
4	Bureau cabine		
5	Parking		
6	Atelier-magasin		
7	Cigare GPL	Fuite, incendie /explosion, BLEVE	Forte
8	Dépotage GPL		
9	Pompe /compresseurs	Fuite, incendie /explosion	
1O	Hall d emplissage	Fuite, incendie /explosion	
11	Réserve d eau incendie	Néant	Faible
12	Pomperie incendie		
13	Compresseur d air	Explosion	Moyenne
14	Vestiaire	Néant	Faible
15	Groupe électrogène	Incendie	

16	Transformateur	incendie /électrocution	Moyenne
17	Atelier ré-épreuve	Rupture sous pression	Faible
18	Stock bouteilles vides	Probable explosion	
19	Stock bouteilles pleines	Fuite, incendie/explosion, BLEVE	Forte
20	Stock B13 réformées	Néant	Faible
21	Volucompteur gasoil	Incendie/pollution	
22	Citerne gasoil		

II.3.2. Correspondances entre les zones géographiques et zones de risques :z

Zone géographique	désignation	Zone de risque	Risque	Origine des risques	Impact de lenvirenment
A	Cigare GPL	A .1	Dispersion de butane : Brûlure froide Feu de nappe Explosion (UVCE) liquide Perte de confinement des canalisations de butane	Surpression : Augmentation de la température. sur remplissage du réservoir Défaut de régulation de la température et de la pression du butane Température élevée : Source extérieure de chaleur	Effets de surpression et flux thermique

			Dispersion de butane gazeux : Feu torche/UVCE Asphyxie	1.sur reservoir : Débit d'alimentation trop important Défaut de suivi du niveau des réservoirs Sur remplissage, éclatement joint par surpression, défaut de soupape mal tarée, Défaut d'étanchéité des joints de brides, soudures défectueuses Vannes de purge défectueuses Ouverture intempestive des canalisations de purge (erreur humaine) Chocs, projectiles, mouvements de terrain Corrosion Erreur Opératoire ou travaux de maintenance, 2. Au niveau des canalisations : Choc, projectiles, mouvements de terrain Corrosion, érosion Opération de maintenance, travaux Coup de béliers/VibrationsSurpression dans les canalisations : Augmentation de la température Défaut de soupape	Effets de surpression et flux thermique

	Poste de dépotage GPL	A .2	Défaut de connexions des bras Perte de confinement joints défectueux Incendie/explosion	Défaillance au poste de déchargement, erreur humaine Surpression dans canalisation de refoulement, défaut compresseur	Effets de surpression et flux thermique
	Pompe et compresseur GPL	A.3	Rupture mécanique Fuite garniture Vibration, Incendie/explosion, UVCE	Défaut d'alignement Température des paliers élevée Cavitation, corrosion érosion Surpression	Effets de surpression et flux thermique
	Hall d empliss age	A.4	Rupture B13 par surpression Incendie/explosion BLEVE froid de la bouteille Fuite, UVCE	Onde de choc, choc mécanique Source de chaleur, foudre Defaut de robinet, joint défectueux Erreur humaine	Effets de surpression et flux thermique
	Zone stockage bouteilles pleine	A.5	Incendie/explosion BLEVE de la bouteille Fuite UVCE	Source de chaleur Foudre Choc mécanique, corrosion, malveillance	Effets de surpression et flux thermique
	vestiaire	A .6	Incendie (probable)	malveillance	Flux thermique

	Groupe électogène	A.7	Incendie pollution	Présence d'une réserve de gasoil	Flux thermique
	Compresseur d air	A.8	explosion	Surpression, défaut de soupape, corrosion	projectile
	Pompes incendie	A.9	Rupture mécanique Vibration Cavitation Fuite presse étoupe	Mauvais alignement Dimensionnement (NPSH disponible) Ligne bouchée Dégradation tresses	/
B	Atelier ré-épreuve	B.1	Rupture bouteille	Surpression, manomètre défectueux Erreur opérateur	projectile
	Poste transformateur	B.2	Incendie/explosion pollution	Fuite d'huile transfo Foudre, corrosion des conducteurs Elévation température d'huile Choc mécanique, court-circuit, mauvais serrage des conducteurs, échauffement des conducteurs ; erreur humaine	Rayonnement thermique, effet de surpression
	voluco mpteur	B.3	Fuite, Incendie pollution	Raccords sont défectueux, défaut de connexion Flexible défectueux, pistolet feuillard	Effets thermiques et pollution du sol et sous sol
B	Citerne gasoil	B.4	Fuite, Incendie pollution	Corrosion parois de la citerne, défaut de joints Sur emplissage, déversement au	Effets thermiques et pollution

				sol	du sol et sous sol
	Atelier entretient		Incendie/explosion	Présence bouteille 02 et C2H2	
C	Poste de garde+ ASI	C.1	incendie	Court-circuit électrique, Présence papier Equipement électronique, baraque en bois	Effets thermiques
	Bloc ADM	C.2			
	parking	C.3			

II.3.3. Délocalisation et classement des risques :

Zone géographique	Zone de risque	activité	Risques				
			Matière première mises-en ouvre	incendie	explosion	Diffusion de produits toxiques	pollution
A	Cigares de butane (3 x 100m')	Stockage butane	Butane	UVCE Jet enflammé	UVCE	Non	Non
	Pompes/compresseurs butane	Expédition de butane	Non	Feu chalumeau UVCE	UVCE	Non	Non
	Le hall d'emplissage	Emplissage de bouteilles	Butane	UVCE	BLEVE	Non	Non
	Aire de stockage de bouteilles	Stockage de bouteilles	/	Feu chalumeau UVCE	UVCE BLEVE camion	Non	Non

	Poste de dépotage	Transfère butane	Butane			Non	Non
	Groupe électrogène	Assure de l'énergie électrique en cas de disfonctionnement de la ligne	/	incendie	Non	Non	Oui
	Compresseurs d'air	/	/	Non	Explosion	Non	Non
	Pompes incendie	Expédition d'eau	Non	/	/	Non	Non
B	Poste transformateur	Alimentation du MCE 381 en énergie électrique	électricité	incendie	Non	Non	Non
	Atelier d'entretien Hangar magasin	Travaux d'entretien Stockage d'équipements divers	Non	incendie	Non	Non	Non
	Volucompteur gasoil	Distribution carburant pour véhicule	gasoil	incendie	Non	Oui	Oui
	Citerne gasoil	Réserve gasoil pour véhicule et engin	gasoil	incendie	Possible	Oui	Oui
C	Bloc administratif	Gestion personnel et du MCE 381 Tissemsilt	/	incendie	Non	Non	Non
	Poste de garde	Contrôle des accès au MCE 381 Tissemsilt	/	incendie	Non	Non	Non
	parking	Stationnement véhicule à l'extérieur	carburant	incendie	Non	Oui	Oui

Risque forte Risque moyen Risque faible

II.3.4. Identification des périmètres :



Figure 21: Identification des périmètres

L'évaluation spatiale des risques, basée sur le référentiel du PII d'octobre 2021, définit un périmètre d'exposition majeur de 260 mètres. Ce rayon, dicté par les effets thermiques d'un accident sur les capacités de stockage ou de transport (camion-citerne), englobe des enjeux critiques tels que le CEM Taleb et la RN14. La proximité immédiate de la Protection Civile au Sud souligne l'importance vitale des barrières préventives (vannes de sectionnement automatique, asservissements) pour éviter une saturation des services de secours dès les premières secondes de l'événement.

N°	Commentaire	p	Type effets	Effets signification	Phénomène sortant du site
01	BLEVE cigares butane 100 m^3	E	thermique	260m	oui
02	BLEVE d un camion-citerne 20t, butane repli à 85%	E	thermique	240m	oui

II.3.5. Identification des scénarios possibles de dangers :

Cette étape, consiste identifier tous les scénarios des dangers possibles des périmètres et des sourcesdes dangers notés dans l'étape précédente, et les recensés dans une grille comme suit.

Scénario 1 : Feu de nappe au niveau de l'aire de déchargement vrac

- **Effets des radiations thermiques du feu de nappe :**

Les effets de radiations thermiques d'un feu de nappe peuvent avoir des conséquences aussi bien sur l'homme que sur les structures. Les dangers liés au rayonnement thermique sur l'homme se caractérisent par les brûlures. Un être humain exposé à un rayonnement thermique peut subir des brûlures allant du simple érythème à la brûlure du 3ème degré. Ces brûlures sont ou non fatales suivant la surface de peau brûlée et la gravité des lésions. Les dangers liés au rayonnement thermique sur les structures dépondent de la durée d'exposition. Le feu de nappe peut donner lieu à des effets sur les structures dans la mesure où sa durée peut être plus ou moins prolongée (de quelques minutes à plusieurs heures en général).

- **Hypothèses considérées**

Casétudié	**Feudenappeairededéchargementvrac**
Formeetdimensiondelanappe	Rectangulaire : Longueur=50m Largeur = 25 m
Produit	Butane
Tauxdecombustion	0,099kg/m^2.s
Barrièresphysiques	Pasdemurcoupe-feu

- **Les résultats obtenus sont les suivants**

Casétudié	**Hauteur de la flamme**	**Emissivitéde la flamme Kw/m^2**	**Avec ou sans mur coupe feu**	**Basede la flamme**	**Distancesenmaux flux thermiquescaractéristiques(kW/m2)**		
					SELS8	SEL5	SEI3
Feudenappeairede dépotagevrac	19	56	sans	L=50m	45	53	71



Effet thermique	Distance
3 kW/m²	71
5 kW/m²	53
8kw/m²	45

SCENARIO 02 : Explosion du ciel gazeux d'une citerne de livraison

Les effets de surpressions suite à l'explosion du nuage gazeux :

Le principal effet d'un VCE étant l'importante surpression que peut générer ce phénomène.

- **Les hypothèses de modélisation sont les suivantes :**

CITERNE	produit	volume	Pressionàlarupture	Gammadesgaz de combustion
Explosionciter nelivraison	butane	11m^3 (Remplià 50%)	(7,5xpressionsdeserviced'après le guide bleu de l'UFIP)	1,314

Les distances d'effet associées à l'explosion du ciel gazeux d'une citerne de livraison sont les suivantes :

Casétudié	Distancesenmauxseuilscaractéristiques			
	20mbar	50mbar	140mbar	200mbar
Cuvedelivraison butane	96	48	20.4	15.7



Effet surpression	Distance
20mbar	**96**
50mbar	**48**
140mbar	**20.4**
200mbar	**15.7**

Scénario 3:Explosion/Incendie lors du déchargement

Champs d'applications	Périmètre ou sous-ensemble	Sources de dangers	Scénario de danger	Impact	Postes exposés
Station de déchargement GPL	Zone processus « A » 1er et 2eme Poste de dépotage camion-citerne	Flexibles et Bras de liaison	Explosion ou Jet Fire au poste de dépotage par camion-citernea cause de : -Rupture du flexible ou du bras de déchargement. - Défaillance humaine ou usure du matériel.	- Effets thermiques intenses et surpressions. - Effet domino sur les capacités voisines. - Dommages corporels (brûlures, décès). - Arrêt total de la production.	Opérateur dépotage, Chauffeur, Agent HSE

II.4. Quantification des scénarios de dangers :

Pour la quantification des scénarios de dangers l'entreprise a pris trois grandeurs

La fréquence d'exposition **FE**

La dose d'exposition DE

Le niveau de gravité **NG**

En prend un scénario pour bien expliquer les étapes à suivre, puis en va remplir notre grille de quantification des scénarios de dangers qui seront déterminés par la même manière.

1-Fréquence d'exposition : Occurrence de phénomène dangereux et déterminer par trois niveaux

FE1	Rare(Unefoisparan)
FE2	Fréquent(Unefoispar mois)
FE3	Permanant (Unefoisparsemaine)

Dans notre cas le bruit est permanant ainsi que les travaux de maintenance et d'entretien, donclafréquence d'exposition est permanente, d'ou le niveau est de FE3.

2- La dose d'exposition **:** Présenter en deux états en prenant en considération six critères

♣ DE1 : Faible à moyenne (Nombre de critère est supérieur ou égale à 4)

♣ DE2 : Moyenne à forte (Nombre de critère est supérieur ou égale à 3)

N°	Critères	DE1	DE2
1	La durée d'exposition Importante	-	Importante
2	Le nombre de personnes exposées	-	> 2
3	La formation et habilitation des personnes	✓	-
4	Les équipements de protection : EPI-EPC	-	✓
5	Les facteurs aggravants : Travail de nuit, conditions climatiques, éclairage…	-	✓
6	Détection ou non des risques professionnels	✓	-
		02	04

D'après notre résultat la dose d'exposition est classée dans le cas moyenne à forte, car notre résultatest de 4 critère en position de DE2 Chapitre II : Application de l'EvRP selon le référentiel de SONATRACH

♣ 3- Niveau de gravité NG :

Le niveau de gravité est représenté par 05 paliers suivants :

♣ NG1 : Peu d'atteinte à la santé

♣ NG2 : Atteinte réversible sérieuse

♣ NG3 : Atteinte irréversible sans aggravation

♣ NG4 : Atteinte irréversible avec détérioration

NG5 : Mort sur le coup

Dans un premier temps en détermine le niveau d'exposition NE, ce niveau est la combinaison entre

la fréquence d'exposition (FE) et la dose d'exposition (DE). Le Niveau d'exposition (NE) est représenté

par trois paliers :

- ♣ Faible
- ♣ Moyen
- ♣ Important

NE	FE1	FE2	FE3
DE1	Faible	Moyen	Moyen
DE2	Faible	Moyen	important

Dans notre cas NE = FE x DE \ NE = FE3 x DE2 donc **NE** est important

Définition des critères de la gravité

Le Niveau de Gravité (NG) :

Il est représenté par les 05 paliers suivants :

- ♣ NG1 : Peu d'atteinte à la santé
- ♣ NG2 : Atteinte réversible sérieuse
- ♣ NG3 : Atteinte irréversible sans aggravation
- ♣ NG4 : Atteinte irréversible avec détérioration
- ♣ NG5 : Mort sur le coup.

Le niveau de risque (NR) :

C'est la combinaison du Niveau d'Exposition (NE) et du Niveau de Gravité (NG). Il se traduit directement en priorités d'actions (du plus urgent P1 au moins urgent P5). Il indique à la fois l'urgence

FE1	Rare (Une fois par an)
FE2	Fréquent (Une fois par mois)
FE3	Permanant (Une fois par semaine)

Application de EvRP selon le référentiel de SONATRACH :

Tableau 5: de Restitution des résultats de l'EvRP

Champ d'application	Périmètre ou sous ensemble	Source de danger	Impact	Risque					Niveau d'exposition			Niveau de gravité					NR
				Fréquence ou probabilité FE			Dose d'exposition DE		NE			NG					
				FE1	FE2	FE3	DE1	DE2	F	M	I	NG1	NG2	NG3	NG4	NG5	
Station de Déchargement MCE Tissemsilt	Air de déchargement	Fuite Butane	Décès		X			X			X					X	**P1**
			Brulures graves		X			X			X				X		**P1**
			Dommages Matériels		X			X			X			X			**P2**
			Stress		X		X			X			X				**P3**
	Citerne de livraison	Nuage Gazeux	Décès(effet de surpression)	X				X								X	**P1**
			Poly-traumatismes /	X				X							X		**P1**

			fractures															
			Lésions auditives (tympans	X				X			X		X				**P3**
			Effet domino (capacités voisines)	X				X			X				X		**P1**
		Flexible/Bras	Brulure par jet de flamme		X			X			X				X		P1
			Décès immédiat		X			X			X					X	P1
			Projection d éclats		X			X			X			X			P2

			Arrêt total de la production		X			X			X				X	P1

Notes sur la Méthodologie Appliquée :

1. Justification de la Fréquence (FE) : Nous utilisons FE2 pour les scénarios liés au déchargement car c'est une opération quotidienne (fréquente). Nous utilisons FE1 pour le VCE car l'explosion d'une citerne complète est un événement rare.

2. Justification de la Dose (DE2) : Tous les risques accidentels majeurs sont classés en Dose 2 avec exposition Instantanée (I). L'énergie libérée ne permet pas de mesure de protection de "dernièreseconde".

II.5. Restitution des résultats :

Champ d'application	**Périmètre ou sous ensemble**	**Source de danger**	**Impact**	**Postes exposés**	**criticité**
Dépôt GPL / Butane (MCE 381)	Aire de déchargement vrac	Feu de nappe (Radiation thermique)	Décès	Chauffeur / OP / HSE	P1
			Brûlures graves	Chauffeur / OP	P1
			Stress	OP / HSE	P3
			Dommages structurels	MNT / EXP	P4
			Contusions	MNT / EXP	P5
			Blessures légères	MNT / EXP	P5

Champ d'application	**Périmètre ou sous ensemble**	**Source de danger**	**Impact**	**Postes exposés**	**criticité**
Dépôt GPL / Butane (MCE 381)	Citerne de livraison	Explosion VCE (surpression)	Décès	MNT / EXP/HSE	**P1**
			Écrasement	MNT / EXP	**P1**
			Poly-traumatismes	MNT / EXP	**P1**
			Perte de conscience	OP/MNT	**P2**
			Trouble Auditif	MNT / EXP/HSE	**P3**
			Fracture	MNT / EXP	**P4**

Champ d'application	**Périmètre ou sous ensemble**	**Source de danger**	**Impact**	**Postes exposés**	**criticité**
Dépôt GPL / Butane (MCE 381)	Flexibles et Brides	Jet Fire (Inflammation)	Décès	MNT/OP	**P1**
			Brûlures	MNT/OP	**P1**
			Asphyxie	MNT/OP	**P1**
			Plaies	MNT/OP	**P3**
			Blessures	MNT/OP	**P4**
			Déchirures musculaires	MNT/OP	**P5**

II.6. Plan d'actions de prévention (correction de la criticité des risques) :

Tableau 6: du Plan d'actions de prévention

Champ d'application	**Périmètre ou sous ensemble**	**Source de danger**	**Postes exposés**	**Criticité**	**Mesures de correction**
Dépôt GPL / Butane (MCE 381)	Citerne de livraison	Explosion VCE (surpression)	MNT / EXP/HSE	P1	• Contrôle permanent de l'atmosphère (détecteurs de gaz explosibles). • Vérification de la conformité ADR des camions-citernes avant admission. • Installation de vannes de sectionnement d'urgence (ESD) à distance. • Formation sur la conduite à tenir en cas de fuite massive de gaz. • Veiller au contrôle technique périodique des réservoirs sous pression.
			MNT/OP	P2/P3	• Organisation rigoureuse des postes de travail pour limiter le personnel exposé. • Port de protections auditives en zone de bruit ou risque de surpression. • Veiller à une communication permanente entre les services par radio ATEX.

Champ d'application	**Périmètre ou sous ensemble**	**Source de danger**	**Postes exposés**	**criticité**	**Mesures de correction**
Dépôt GPL / Butane (MCE 381)	Aire de déchargement vrac	Feu de nappe (Radiation thermique)	Chauffeur / OP / HSE	P1	• Formation et recyclage du personnel sur les risques d'incendie et procédures d'urgence. • Mise en place de systèmes de détection de flamme et d'arrosage automatique. • Respect rigoureux des distances de sécurité lors du déchargement (71m). • Supervision renforcée et présence d'un agent HSE lors des opérations sensibles. • Élaboration et test périodique du Plan Interne d'Intervention (PII).
			MNT/EXP	P4/P5	• Sensibilisation sur la sécurité générale du site. • Port obligatoire des EPI adéquats (tenue anti-feu, gants). • Respect des procédures de travail et balisage de la zone.

Champ d'application	**Périmètre ou sous ensemble**	**Source de danger**	**Postes exposés**	**criticité**	**Mesures de correction**
Dépôt GPL / Butane (MCE 381)	Flexibles et Brides	Jet Fire (Inflammation)	MNT/OP	**P1**	• Programme de maintenance préventive et inspection périodique des flexibles/joints. • Utilisation de bras de liaison articulés au lieu de flexibles si possible. • Installation de dispositifs anti-fouettement sur les raccordements. • Formation spécifique sur les risques liés aux équipements sous pression. • Procédure stricte de mise à la terre des camions pour éviter l'électricité statique.
					• Veiller à l'entretien régulier des lieux de travail. • Port des EPI standards et spécifiques aux manipulations de produits cryogéniques/gaz. • Éviter les mauvaises postures lors du raccordement des brides lourdes.

Conclusion générale

Conclusion générale

L’évaluation des risques professionnels constitue une étape fondamentale dans la stratégie de prévention de toute entreprise industrielle, particulièrement dans des secteurs sensibles comme celui des hydrocarbures. Au terme de ce travail consacré à l'étude des risques au niveau du centre de dépotage carburant, il apparaît que l'identification rigoureuse des dangers n'est pas une fin en soi, mais le point de départ d'une gestion proactive de la sécurité.

L'application du référentiel SONATRACH nous a permis de structurer notre démarche de manière standardisée et performante. Cette méthodologie, basée sur la combinaison de la fréquence, de la dose d'exposition et du niveau de gravité, a mis en évidence des scénarios critiques, notamment le feu de nappe et l'explosion de nuage gazeux (VCE). Bien que l'effort nécessaire pour mettre en œuvre une telle évaluation soit conséquent, il est largement compensé par la clarté qu'il apporte dans la hiérarchisation des priorités d'intervention. L’élaboration des tableaux de restitution et des mesures de correction démontre que la sécurité ne repose pas uniquement sur des dispositifs techniques, mais aussi sur une organisation humaine solide. La formation continue du personnel, la maintenance préventive rigoureuse des équipements de déchargement et le respect strict des périmètres de sécurité sont des piliers essentiels pour ramener les risques à un niveau acceptable (ALARP). Enfin, cette démarche d’évaluation doit être perçue comme un processus dynamique et cyclique, inspiré par le principe de l'amélioration continue. La réalité industrielle étant en constante évolution, l'adaptation permanente des mesures de prévention face aux changements technologiques et organisationnels est impérative. C’est à travers cette vigilance constante que l'entreprise pourra garantir la protection durable de son capital humain et de ses actifs matériels.

Annexes

Annexes :

Annexe 01 : le lexique

Annexe 02 : les références réglementaires

Annexe 03 :la typologie de danger

Annexe 01 : Lexique de l'EvRP

Accident de Travail : Tout accident ayant entraîné une lésion corporelle, imputable à une cause soudaine extérieure et survenu au moment où la victime était sous la dépendance de son employeur.

Action de prévention: Action visant à éliminer la cause d'un risque potentiel.

Champs d'application: Des espaces d'observations, qui contiennent plusieurs unités de travail.

Danger : Est la capacité d'un matériel, d'un équipement ou d'un mode opératoire de provoquer un dommage.

Démarche volontaire : Initiée par l'Entreprise sans contrainte légale.

Dommage : Préjudice physique ou mental subi par un opérateur. Dégâts matériels infligés à une installation ou à l'environnement.

Dose d'exposition : Fait intervenir plusieurs facteurs (la formation sur le risque, la durée, le nombre d'agents exposés, EPC, EPI, les facteurs aggravants, la compétence, ... etc.)

EPC : « Équipements de protection Collective » : Équipement placé entre la source du danger et le travailleur, le protégeant des risques professionnels pour sa sécurité ou pour sa santé au travail. Exemple : la ventilation, le système d'aspiration des poussières de bois à la source, le filet anti- chute, le système d'isolation acoustique des murs.

EPI : « Équipements de protection individuelle » : Équipement porté par l'agent, le protégeant des risques professionnels pour sa sécurité ou pour sa santé au travail.

Exemple : gants, chaussures de sécurité, vêtements de signalisation etc.

EVRP « L'évaluation des risques professionnels » : Consiste à identifier et classer les risques professionnels auxquels sont soumis les salariés d'un établissement, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes. Elle constitue l'étape initiale d'une politique de santé et de sécurité au travail.

Exposition: Circonstance au cours de laquelle un opérateur est exposé à un danger (en fonction de la durée, l'intensité, la fréquence).

FDS : « Fiche de données de sécurité»: Les fabricants de produits chimiques ont l'obligation de fournir à leur client un document appelé fiche de données de sécurité (FDS) qui donne des informations sur les risques professionnels liés au produit et les précautions d'emploi.

Fiche d'unité : Fiche d'identification des risques professionnels de l'unité

Fréquence d'exposition: Occurrence du phénomène dangereux,

Habilitation : Reconnaissance, par l'employeur, de la capacité d'une personne à accomplir en sécurité les tâches fixées. Elle est matérialisée par un document établi par l'employeur et signé par celui-ci. Par exemple, en ce qui concerne l'habilitation électrique, elle est délivrée par l'employeur au personnel avant suivi une formation dans le domaine de la sécurité électrique et médicalement ante à cette activité Sur le titre d'habilitation figure le niveau d'habilitation, le domaine de tension électrique, les ouvrages concernés et les autorisations ou interdictions particulières.

Impact : Dommage sur la santé.

Maladie Professionnelle : Est la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque, ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle.

M.A.D.S : Méthode d'Analyse des Dysfonctionnements des Systèmes.

Niveau d'exposition: Combinaison entre la Fréquence et la Dose d'Exposition.

Niveau de gravité: Le degré d'atteinte sur la santé.

Niveau de Risque : La combinaison entre le niveau d'exposition et le niveau de gravité.

Périmètres « unités de travail »: Son champ peut s'étendre à un poste ou 1, à plusieurs types de postes occupés par les travailleurs 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 (manutention, chantiers, transports... etc.)

Pondération / Hiérarchisation : La hiérarchisation résulte d'un classement des risques professionnels au regard de leur gravité et de leur fréquence.

Population : Les travailleurs exposés.

Processus : Tout type d'activité servant à produire quelque chose; Produit ou service ....qui va être utile à quelqu'un, un client.

Protection et prévention : Protéger consiste à limiter les conséquences d'un sinistre, prévenir consiste à limiter la probabilité d'occurrence d'un sinistre. Par définition, la protection agit sur la gravité, alors que la prévention agit sur la fréquence.

Risk Manager : Bibliothécaire, c'est le garant de la méthode et de la démarche de l'EVRP.

Risque : Est le résultat de l'exposition d'un salarié à un danger plus ou moins prévisible.

Risque résiduel : Désigne un risque qui subsiste alors que des mesures de prévention ont été prises.

Scénario de danger : Situation de danger à laquelle, nous pouvons associer des événements possibles la rendant potentiellement dangereuse pour la santé et la sécunte des travailleurs.

Source de danger : Situation dans laquelle les personnes sont soumises au danger ou dans laquelle elles sont susceptibles de subir les conséquences d'un aléa redouté

Travail réel : Le travail adapté par les opérateurs « réalisé par le salarié pour répondre au travail prescrit et qui est adapté en fonction des aléas, des dysfonctionnements imprévus, de l'expérience et de la compétence du salarié ».

Typologie de danger : Liste de questions à se poser lorsque l'on recherche à identifier les situations de danger.

Annexe 03 : Les typologies de danger

Les typologies de danger constituent une liste de questions à se poser lorsque l'on

cherche à identifier des scénarios de danger pour une source de danger :

Les caractéristiques physiques ou chimiques de la source de danger, la rendent-elle naturellement dangereuse pour la santé des travailleurs ? (Poids, Caractéristiques chimiques, Arêtes vives, bords tranchants, Sensibilité à l'électricité statique.. etc.),

Comment la source de danger, peut-elle altérer la santé des travailleurs, lorsqu'elle est en fonctionnement ou que l'on s'en sert ? (Fumées, Bruit, Vibrations...etc.)

La source de danger, peut-elle avoir des anomalies de fonctionnement, qui pourraient

nuire à la santé des travailleurs ?

Un travailleur, peut-il commettre une maladresse ou un geste involontaire, qui le rendrait victime de la source de danger.

L'état de la santé d'un opérateur, peut-il le rendre victime de la source de danger ?

(Allergies, Femme enceinte, Vertige, Handicap physique ou psychologique... etc.)

Le non-respect d'un mode opératoire, peut-il générer un Accident de Travail et/ou une Maladie Professionnelle, avec cette source de danger.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2024, 18 octobre). Évaluation des risques professionnels : de quoi parle-t-on ?
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2020, July 10). Hazard and risk – General.
- Inter-agency Network for Education in Emergencies (INEE). (s.d.). Exposition.
- Messalis, I. H. (2017). *Les risques professionnels et la sécurité au travail : Cas pratique CEVITAL Béjaïa* [Mémoire de fin d'études].
- Margossian, N. (2006). *Risques professionnels : Caractéristiques, réglementation, prévention* (2e éd.). Dunod.
- Mansouri, S. (2021). *Risques industriels* [Support de cours, Master 1 MMTH]. Université de Batna 2.
- Margossian, N. (2006). *Guide pratique des risques professionnels*. Dunod.
- Margossian, N. (2006). *Risques professionnels : Caractéristiques, réglementation, prévention* (2e éd.). Dunod. (Collection *L'Usine Nouvelle – Environnement et Sécurité*).
- Margossian, N. (2006). *Risques professionnels : Caractéristiques, réglementation, prévention* (2e éd.). Dunod.
- Scribd. (s.d.). *CHAPITRE I : Risques mécaniques et moyens de prévention*.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2024). *Le risque chimique* (ED 6541). INRS.
- Wikipédia. (s.d.). *Risque chimique*. Dans *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Consulté le 8 juin 2026, à l'adresse
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2024). *Le risque chimique* (ED 6541). INRS.
- Scribd. (s.d.). *Risque électrique*
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2022, 20 mai). *Risques liés à l'électricité*. INRS.
- Djekidel, R. (2016). *Typologie des risques* [Support de cours, 2e année Licence Hygiène et Sécurité Industrielle]. Université Amar Telidji de Laghouat.
- Guedarez, R., & Bouzidi, A. (2012). *Étude des régimes de neutre et protection des personnes et équipements* (Mémoire de master). Université 8 Mai 1945 de Guelma.

- Centre de Gestion de la Fonction Publique Territoriale de Loir-et-Cher. (2023, août). *Le risque incendie* (Fiche pratique n° 34). CDG 41
- Preventica. (2021, 11 mars). *Risque incendie : causes, conséquences et moyens de lutte*. Preventica.
- France SST. (2025, 21 mars). *Prévention du risque incendie : une stratégie globale s'impose*. France SST.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2022). *Les chutes de plain-pied* (Édition INRS ED 6458, révisée en juin 2022). INRS.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2022). *Les chutes de plain-pied* (ED 6458). INRS.
- Officiel Prévention. (s.d.). *Lutte contre le bruit sur les lieux de travail*. Officiel Prévention.
- Evarisk. (s.d.). *Rayonnements*. Evarisk.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2025). *Évaluation des risques professionnels : aide au repérage des risques dans les PME-PMI* (ED 840, 8e éd. révisée). INRS.
- Debray, B., Chaumette, S., Descourière, S., & Trommetter, V. (2003). *Méthode d'analyse des risques générés par une installation industrielle*. INERIS.
- SF6. (s.d.). *La méthode HAZOP* [Support de formation].
- M., Y. (2002). *Arbres de défaillance, des causes et d'événement*. Dans *Techniques de l'Ingénieur : Méthodes d'analyse des risques*.
- Hurtrel, F., Beretz, L., Renard, V., & Hutt, A. (2012). Analyse des risques liés au circuit de gestion et de dispensation des produits en expérimentation clinique par « AMDEC ». *Risques & Qualité, 9*(1), 22–30.
- Landy, G. (2011). *AMDEC : guide pratique*. AFNOR.
- Boukhrissi, M. (2015). *AMDEC (Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité) appliquée à la STEP d'Ain El Houez*.
- Olivier, I. (2008). *Le nœud papillon : une méthode de quantification du risque majeur*. Dans *Techniques de l'Ingénieur : Méthodes d'analyse des risques*. Éditions Techniques de l'Ingénieur.
- Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS). (2006). *DRA et Ω 7 : Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle*. INERIS.

- International Organization for Standardization. (2009). *ISO 31000:2009 – Management du risque : principes et lignes directrices*. ISO.
- *Fiches d'information réponses SST : Évaluation des risques* (2020)
- *Registre unique de santé et sécurité au travail* (Version 7). (2007).