



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 غرداية

N° d'enregistrement  
/...../...../.....

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الآلية والكهروميكانيك

Département de Électromécanique

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme

**Master**

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Électromécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

**Thème**

**EVALUATION DES RISQUES LIES AUX TRAVAUX DE  
MAINTENANCE PREVENTIVE AU NIVEAU D'UN  
COMPLEXE GAZIER**

Présenté par :

Walid KHAMED

Boualem OULED NAOU

Toufik BEN HOUI

Soutenu publiquement le 10/06/2022

Devant le jury composé de :

Abderrahmane BELLAOUAR

Pr

Univ. de Ghardaia

Encadrant

Hocine MERZOUG

Pr

Univ. de Ghardaia

Examineur

Mr. BEN DAOUI

Pr

Univ. de Ghardaia

Examineur

Année universitaire 2021/2022

# Dédicace



Je remercie Dieu de m'avoir préservé  
pour réaliser ce travail que je dédie :

Aux personnes qui sont les plus  
chères à mon cœur. A mes chers  
parents que dieu les garde etles  
préserve

A mon cher frère et ma chère sœur à  
toute ma grande famille à mes chers  
amis

A tous mes enseignants

A tous mes collègues de la promotion 2020/2021



A toutes les personnes qui  
d'une manière ou d'une autre,  
ont participé à la réalisation de  
ce travail.



**WALID**

**BOUALEM**

**TOUFIK**

# *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 Mr.BELLAUOAR Abderrahman, qui 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 , l'aide 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 à 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 amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

**WALID**

**BOUALEM**

**TOUFIK**

### ملخص :

تضمن هذا العمل المفاهيم والأسس المختلفة المتعلقة بالمخاطر المحتملة في تركيب الغاز وأهم طرق تحليل المخاطر. لقد ناقشنا أيضاً أنواع المخاطر المهنية وشرحها. كما تضمن شرحاً وتفصيلاً لتحليل السلامة الوظيفية، وكذلك تعريف الصيانة وكل ما يتعلق بخطوات العمل في الصيانة الوقائية والقواعد الخمس لتطبيق الصيانة الآمنة. تمت دراسة إحصائيات حوادث العمل لمدة خمس سنوات ، كما تمت مناقشة تطبيقات طرق تحليل المخاطر داخلها ومقارنتها بالشركات العاملة في مجمع الغاز. أخيراً ، قمنا أيضاً بمعالجة ملخص الدراسة المتعلقة بالتركيب ، مما مكنا من تقييم المخاطر المهنية المرتبطة بأنشطة الصيانة واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة. الكلمات المفتاحية: المخاطر / الحوادث / السلامة / الصيانة / الوقاية.

### Résumé :

Ce travail comprenait les différents concepts et fondements liés aux risques possibles dans une complexe gazière et les méthodes les plus importantes d'analyse des risques. Nous avons également abordé les types de risques professionnels et leur explication.

Il comprenait également une explication et un détail de l'analyse de la sécurité du travail, ainsi que la définition de la maintenance et tout ce qui concerne les étapes de travail en maintenance préventive et les cinq règles pour appliquer une maintenance sûre.

Les statistiques d'accidents du travail pendant cinq ans ont été étudiées et les applications des méthodes d'analyse des risques en son sein et comparées aux entreprises qui travaillent au sein d'un complexe gazier, ont également été abordées.

Enfin, nous avons également traité une synthèse de l'étude relative à l'installation, qui nous a permis d'évaluer les risques professionnels liés aux activités de maintenance et de mettre en place les mesures de prévention nécessaires.

**Mots-clés** : risque /accidents/sécurité/ / maintenance/ prévention

### Abstract:

This work included the different concepts and foundations related to the possible risks in a gas complex and the most important methods of risk analysis. We have also discussed the types of occupational hazards and their explanation.

It also included an explanation and detail of job safety analysis, as well as the definition of maintenance and all about the work steps in preventive maintenance and the five rules for applying safe maintenance.

Work accident statistics for five years were studied and the applications of risk analysis methods within it and compared to companies working within a gas complex, were also discussed.

Finally, we also processed a summary of the study relating to the installation, which enabled us to assess the occupational risks associated with maintenance activities and to put in place the necessary preventive measures.

**Keywords**: risk / danger / risk assessment / risk analysis / maintenance / prevention

# Sommaire

Résumés	
Table des matières.....	i
Listes des tableaux.....	li
Listes des figures.....	lii
Liste des abréviations.....	iv
Introduction générale .....	1

## Chapitre I: Généralités Théoriques

I.1. Introduction.....	3
I.2. Contexte Réglementaire.....	3
I.3.Définitions.....	4
I.1 Notion de Risque .....	6
I.2 Notion de danger.....	6
I.3 Notion de sécurité .....	6
I.4 Analyse Du Risque .....	6
I.4.1 Evaluation du risque .....	7
I.4.2 Acceptation du risque .....	9
I.4.3 Réduction du risque .....	9
I.5Classification des risques .....	9
I.5 Démarche Pour L'analyse Des Risques .....	10
I.5.1 Définition du système et des objectifs à atteindre .....	10
I.5.2 Recueil de data.....	11
I.6 Outils D'analyse De Risque .....	13
I.7 Comment Choisir Une Technique D'identification ? .....	14
I.8 La méthode ' Job Safety Analysis' .....	16
I.9 Les Différents Risques Professionnels .....	16
I.9.1 Les risques mécaniques.....	17
I.9.2 Les risques physiques.....	17
I.9.3 Les risques de manutentions manuelle et mécanique.....	17
I.9.4 Les risques chimiques .....	18
I.9.5 Les risques biologiques.....	18
I.9.6 Les risques de circulation et de transport .....	18
I.9.7 Les autres risques.....	18
I.10 La maintenance industrielle .....	18
I.10.1 Définitions .....	19
I.10.2. Rôle de la fonction maintenance.....	21
I.10.2La maintenance et la sécurité.....	21
I.10.3 La maintenance préventive et la prévention .....	21
I.10.2 niveaux de maintenance .....	22
I.10.3 Les étapes d'une intervention de maintenance .....	23

I.10.4 Formes d'organisation de la maintenance .....	26
I.10.5 Les cinq règles de base pour une maintenance sûre .....	27
I.10.5.1 Planifier la maintenance .....	27
I.10.5.2 Travailler dans un environnement sûr .....	28
I.10.5.3 Utiliser l'équipement approprié .....	28
I.10.5.4 Les méthodes sûres définies en phase de planification doivent être appliquées .....	28
I.10.5.5 Contrôle de travail : .....	29

## Chapitre II : Etude Pratique

II.1 Présentation du complexe GL2Z.....	30
II.1.1 Localisation.....	30
II.1.2 Historique.....	30
II.1.3 Capacité de production.....	30
II.1.4 Procédé utilisé.....	30
II.1.5 Description générale de l'activité.....	31
II.2 Travaux effectués au complexe GNL2/Z lors d'une maintenance préventive sur les équipements statiques .....	35
II.2.1 Inventaire des risques encourus lors des travaux de maintenance préventive sur les équipements statiques par le personnel GL2/Z.....	38
II.3 Détection et analyse de quelques anomalies identifiées lors d'une maintenance préventive sur les équipements statiques.....	42
II.4 Analyse des accidents au GL2/Z.....	47
II.4.1 Evolution des Accidents .....	48
II.4.2 Statistiques d'accidents des 05 dernières années.....	49
II.4.3 Répartition des Accidents des 05 années passées.....	50
II.5 Analyse des causes des accidents.....	52
II.6 Les accidents de travail du personnel des entreprises extérieures.....	53
II.6.1 Principales entreprises extérieures intervenantes au niveau du complexe.....	53
II.6.2 Répartition des accidents de travail par entreprise.....	55
II.6.3 Statistiques des accidents de travail selon la fonction.....	56
II.6.4 Statistiques des accidents de travail selon la nature.....	57
II.6.5 Analyse des causes des accidents de travail.....	57
II.7 Comparaison des accidents générés par le personnel du complexe GL2/Z et ceux des entreprises extérieures.....	59
II.8 Analyse des accidents de travail du premier semestre 2017.....	60
II.8.1 Bilan des accidents pour le premier semestre 2017.....	60
II.8.2 Analyse des causes accidents.....	61
II.9 Evaluation des risques liés aux travaux de maintenance préventive sur les équipements...	62

II.9.1 La Méthode D'évaluation des risques.....	63
II.9.2 Echelles de probabilité et de gravité.....	64
II.9.3 Le choix de la grille de criticité.....	64
II.9.4 Evaluation des risques existants lors des travaux.....	65
 <b>Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques</b> 	
III.1 Les bilans d'accidents.....	83
III.1.1 Analyse du document de reporting d'accident.....	88
III.1.2 Analyse des résultats de l'analyse de accidents.....	89
III.1.3 Analyse des accidents.....	89
III.1.4 Actions pour réduire les accidents.....	92
III.2 Evaluation des risques liés aux travail.....	94
III.2.1 Classification des risques par effet de défaillance.....	95
III.2.2 Classification des recommandations par tâche.....	97
III.2.3 Classification des risques après la mise en œuvre des mesures de contrôles .....	99
III.2.4 Cotations des action correctives .....	102
III.2.5 Suivi de l'application des actions.....	106
Conclusion et Recommandations.....	101
Bibliographie.....	104
Annexes .....	105
Résumé.....	123

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau I.1:</b> Utilisation des techniques d'identification du risque en fonction du niveau.....	12
<b>Tableau I.2 :</b> Niveau de maintenance, personnel et moyens.....	17
<b>Tableau I.3 :</b> Niveau de maintenance, activités .....	17
<b>Tableau II.1 :</b> Risques liés aux différentes phases de travail.....	32
<b>Tableau II.2 :</b> Evolution des accidents avec arrêt et journées perdues durant les dix années ..	40
<b>Tableau II.3 :</b> Evolution des accidents des 05 années .....	41
<b>Tableau II.4 :</b> Evolution des accidents survenus durant des 05 années selon le type.....	43
<b>Tableau II.5 :</b> Les différentes entreprises sous-traitantes intervenant au complexe GPL2.....	45
<b>Tableau II.6 :</b> Bilan des accidents selon la fonction durant des sept s années .....	47
<b>Tableau II.7:</b> Répartition des accidents selon la nature des travaux.....	48
<b>Tableau II.8 :</b> Bilan des accidents du 1 er semestre 2017.....	51
<b>Tableau II.9 :</b> Echelle de cotation de la probabilité du complexe GPL2.....	55
<b>Tableau II.10 :</b> Echelle de cotation de la gravité du complexe GPL2 .....	56
<b>Tableau II.11 :</b> Classification du risque selon le complexe GPL2 .....	56
<b>Tableau III.12 :</b> Classement des fonctions les plus génératrices d'accidents.....	78
<b>Tableau III.13 :</b> Classement des accidents par nature des travaux .....	79
<b>Tableau III.14 :</b> Cassement des causes par cause et leur fréquence .....	79
<b>Tableau III.15 :</b> Sièges des lésions et leur fréquence .....	80
<b>Tableau III.16 :</b> Sièges des lésions et leur gravité .....	80
<b>Tableau III.17:</b> Cotation des critères des actions de prévention.....	91

## Liste des figures

---

<b>Figure I.1:</b> Le principe ALARP .....	07
<b>Figure I.2 :</b> Principe de l'évaluation de risques .....	10
<b>Figure I.3:</b> Les différents types de maintenance .....	16
<b>Figure I.4:</b> Les étapes d'une maintenance.....	20
<b>Figure II.1 :</b> Présentation du procédé de liquéfaction.....	26
<b>Figure II.2 :</b> Travaux de meulage .....	29
<b>Figure II.3 :</b> Levage mécanique (avec grue) .....	29
<b>Figure II.4 :</b> Soudage (en hauteur).....	30
<b>Figure II.5 :</b> Balisage de la zone concernée par les travaux.....	30
<b>Figure II.6 :</b> Evolution des accidents avec arrêt et les journées perdues .....	41
<b>Figure II.7 :</b> Evolution des accidents avec arrêt et journées perdues durant les 05 années .....	42
<b>Figure II.8 :</b> Comparaison des accidents liés et non liés au travail.....	43
<b>Figure II.9 :</b> Répartition des accidents de travail par cause .....	44
<b>Figure II.10 :</b> Répartition des accidents par nature des causes .....	44
<b>Figure II.11 :</b> Répartition des accidents de travail par sous-traitant .....	46
<b>Figure II.12 :</b> Répartition des accidents de travail selon la fonction.....	47
<b>Figure II.13 :</b> Répartition des accidents par nature des travaux.....	48
<b>Figure II.14 :</b> Répartition des accidents par cause .....	49
<b>Figure II.15 :</b> Répartition des causes des accidents avec pourcentage .....	49
<b>Figure II.16 :</b> Répartition des accidents par nature de cause .....	50
<b>Figure II.17 :</b> Comparaison des pourcentages des accidents causés par l'EU et les ES .....	51
<b>Figure II.18 :</b> Répartition des accidents du 1 er semestre 2017 .....	52
<b>Figure II.19 :</b> Répartition des accidents par cause .....	52
<b>Figure II.20 :</b> Répartition des accidents par siège de lésion .....	53

## Liste des Abréviations

---

**ADM** : Administration

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité

**APR** : Analyse Préliminaire des Risques

**ARI** : Appareils Respiratoires Isolants

**AT** : Accident de Travail

**CND**: Contrôle Non Destructif

**DCS** : Distribue Control System (Salle De Contrôle et Régulation)

**EDM** : Eau de Mer

**EPI** : Equipements de Protection Individuels

**FDS** : Fiche de Données de Sécurité

**HP** : Haute pression

**GN** : Gaz Naturel

**GNL** : Gaz Naturel Liquéfié

**GTP** : Grand Travaux Pétrolier

**MCR** : Multi component réfrigérant

**MP** : Maintenance Préventive

**SE** : Société Externe

**SS** : Société Sous-traitante

**SST**: Sécurité et Santé au Travail

**SU** : Société Utilisatrice

**TF** : Taux de Fréquence

**TG** : Taux de Gravité

## **Introduction générale**

### **A. Introduction**

Toute activité humaine comporte une part de risque et d'incertitude. L'industrie qui met en œuvre des outils de production complexes dans un monde incertain, de plus en plus compétitif et où tout s'accélère, n'échappe pas à cette problématique. [1]

Dans l'entreprise, l'objectif premier était de réduire le nombre et la gravité des accidents du travail impliquant les salariés permanents, les intérimaires et les prestataires extérieurs. Le problème des risques professionnels est un problème complexe pour les entreprises, car il affecte négativement le déroulement de l'activité de travail au sein de ces entreprises, et il y a une augmentation des demandes des travailleurs pour contrôler et réduire les niveaux de risque dans les lieux où ils font leur travail.

Evaluer les risques potentiels au poste de travail, avant la survenance de dysfonctionnements, d'accidents ou de maladies professionnelles, est un préalable indispensable pour construire un plan d'actions de prévention pertinent.

Le but de l'évaluation des risques est d'éliminer, d'écarter ou du moins de diminuer les risques existants et de déterminer les mesures indispensables afin de garantir la sécurité et la santé des salariés sur leurs postes de travail.

Les opérations de maintenance sont identifiées, depuis longtemps, comme des situations critiques pour la sécurité des opérateurs.

Les activités de maintenance sont identifiées depuis longtemps comme des situations critiques pour la sécurité des opérateurs. Cette criticité résulte non seulement de la nature des activités concernées, mais aussi du contexte organisationnel dans lequel elles s'insèrent et des interactions entre opérateurs de maintenance et d'exploitation. Par conséquent, et sachant que relativement peu de travaux ont été consacrés à la maintenance, une étude relative aux interactions maintenance-exploitation et à leurs incidences sur la fiabilité des systèmes et la sécurité des opérateurs a été initiée.

### **B. Problématique**

Les divers risques présents sur site lors d'une maintenance préventive des équipements statiques (colonne, ballon, etc.) et le nombre élevé des accidents causés par ces travaux, nous ont mené à faire la présente étude.

Pour faire face à ce problème, nous nous sommes posé quelques questions :

- Quelles sont les différentes activités effectuées lors d'une maintenance

Préventive ?

- Quelles sont les risques associés à ces tâches ?
- Quelles sont les chiffres des accidents survenus lors de ces activités ?
- Quelles sont parmi ces activités celles qui présentent un niveau de risque élevé par ordre de priorité ?
- Quelles sont les mesures de prévention pour la réduction du niveau des risques ?

### **C. Objectifs du mémoire**

- Mettre en pratique les connaissances acquises lors de la formation.
- Connaître les différentes tâches effectuées lors d'une maintenance préventive sur les équipements statiques.
- Elaborer un bilan des accidents de travail lors des activités de maintenance.
- Contribuer au système de management des risques mis en place par la direction du complexe.
- Evaluer les risques liés aux différents travaux de maintenance préventive effectués sur les équipements statiques.
- Proposer les recommandations nécessaires afin de ramener ces risques à un niveau acceptable.

### **D. Organisation du mémoire**

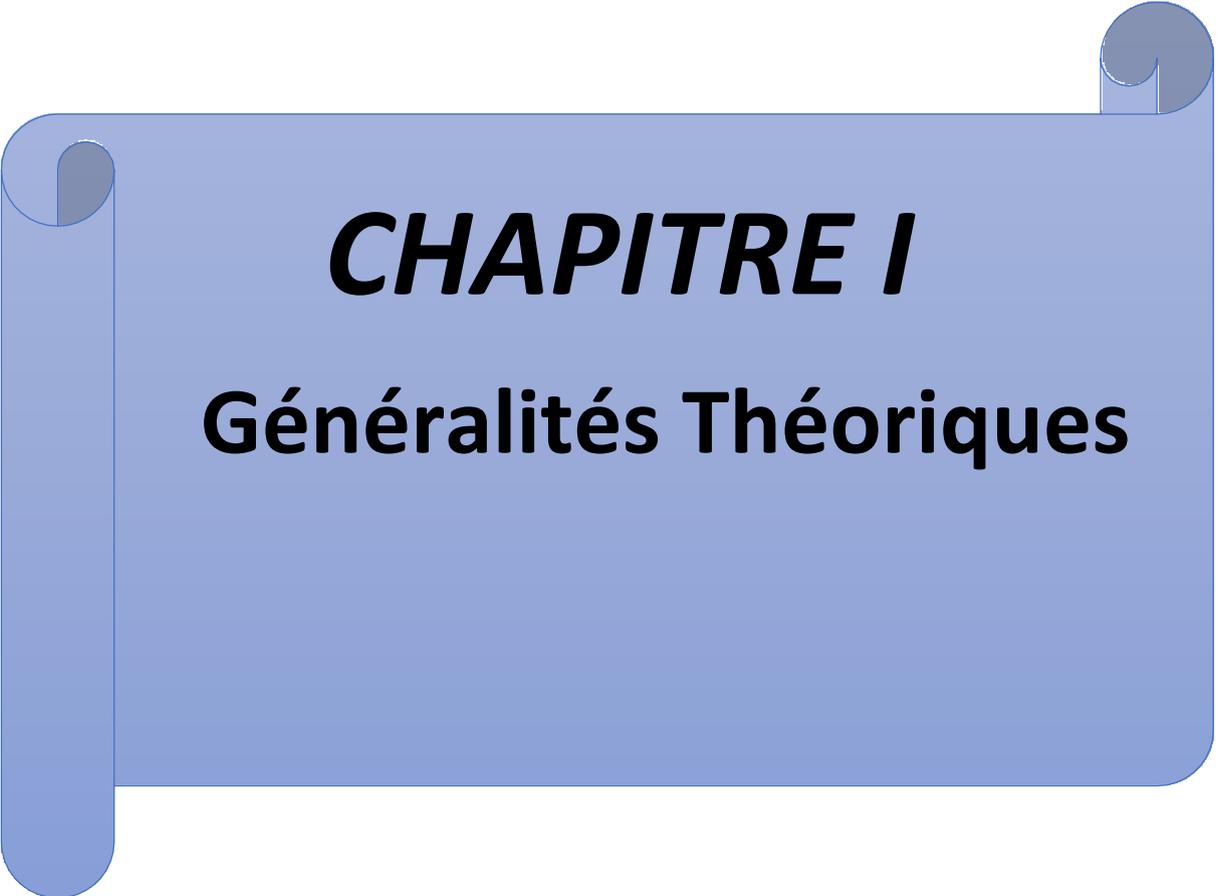
Notre mémoire sera organisé comme suit :

- Une introduction comprenant la problématique, les objectifs de l'étude.
- Une partie théorique contenant :
  - Quelques généralités et définitions théoriques
  - Définition de la maintenance ainsi que ses types de maintenances
- Une étude pratique contenant :
  - Une présentation d'un complexe de gaz GNL

### **E. Les travaux effectués lors d'une maintenance préventive.**

- Les bilans des accidents relatifs aux personnel GNL et des sous-traitants intervenant au sein du complexe.
- Une évaluation des risques liés aux travaux de maintenance sur les équipements statiques.
- Des recommandations et des suggestions.

Enfin, nous terminerons avec une conclusion et des recommandations.



***CHAPITRE I***  
**Généralités Théoriques**

## CHAPITRE I : Généralités Théoriques

### I.1. Introduction

La croissance des risques naturels et technologiques est un phénomène mondial préoccupant qui résulte notamment de l'industrialisation et de l'accroissement de la densité d'occupation des zones à risque, sujettes à des aléas ou événements dangereux.

La gestion des risques n'est pas une activité nouvelle, mais ce n'est pas que des méthodologies structurées ont émergé, pour évaluer le risque tout d'abord, et en aborder ensuite la gestion d'une manière rationnelle.

Les activités humaines, quels que soient sa nature et le lieu où elle s'exerce, présente des dangers pour l'homme, autrement dit, des atteintes possibles à sa santé et à l'intégrité de son corps.

Ces dangers qui se manifestent essentiellement sous la forme d'accidents corporels et de maladies de gravités variées, sont appelés risques. [2]

Le risque peut être défini comme l'éventualité d'un événement futur, susceptible de causer généralement un dommage, une altération ; c'est donc la probabilité de l'existence d'une situation dangereuse pouvant conduire à un événement grave, par exemple un accident ou une maladie. Dans le mot risque, il y a toujours la notion de probabilité ; plus celle-ci est grande, plus le risque est important et plus l'événement dangereux pourrait être imminent et grave.

Un risque peut être à l'origine d'un accident ou d'une maladie. Dans les deux cas, et quelle que soit la gravité, il s'agit d'une atteinte à la santé de l'homme qui est fragilisé, souffre et peut même en mourir.

Globalement, on peut considérer les risques professionnels comme des risques industriels de faible ou moyenne gravité auxquels sont exposés essentiellement les salariés des entreprises qui se trouvent à proximité de la source du risque. Généralement, les dégâts causés par les accidents qui en résultent sont limités aux postes ou aux locaux de travail, et le nombre de victimes, blessures, intoxications et rarement décès ne dépassent une personne.

### I.2. Contexte Réglementaire

L'évaluation des risques est un processus d'estimation d'un ou plusieurs risques naissant d'un ou plusieurs dangers, en prenant en compte l'adéquation de tout contrôle existant, et en décidant si le ou les risques sont acceptables ou non [OHSAS 18001 :2007]

- **La loi 88-07 du janvier 1988 relatif à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine de travail** fait obligation au chef d'établissement de mettre en œuvre les mesures nécessaires

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

pour assurer et protéger la santé des travailleurs sur la base des principes généraux de prévention.

- **Arrêté Interministériel du 4 Safar 1418 correspondant au 9 Juin 1997** fixant la liste des Travaux où les Travailleurs sont fortement exposés aux Risques Professionnels.
- **Décret 02-427 du 03 chaoual 1423 correspondant au 07.12.2002** relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

La l'Algérie a adopté un dispositif législatif et réglementaire sur lequel s'appuie la politique nationale en matière de prévention des risques professionnels. Il prend son ancrage essentiellement sur les traités et conventions internationales pertinentes, ratifiés par l'Algérie (**la convention 155 adoptée à Genève le 22 juin 1981**) et qui contiennent des règles et des normes internationales ayant montré leur efficacité dans la protection des travailleurs et la garantie d'un environnement de travail réunissant les conditions essentielles pour assurer la santé et la sécurité.

### I.3. Définitions :

**Mots Clés :** (OHSAS 18 001-2007)

**Risque :** Combinaison de la probabilité de la survenue d'un ou plusieurs événements dangereux ou exposition à un ou à tels événements et de la gravité du préjudice personnel ou de l'atteinte à la santé que cet événement ou cette/ces exposition(s) peuvent causer.

**Danger :** propriété ou capacité intrinsèque d'un équipement, d'une substance, d'une méthode de travail, de causer un dommage pour la santé des travailleurs Un danger est donc une source possible d'accident [3].

**Analyse des risques :** résultat de l'étude des conditions d'exposition des travailleurs aux dangers.

**Evaluation des risques :** Processus d'estimation d'un ou plusieurs risques naissant d'un ou de plusieurs dangers, en prenant en compte l'adéquation de tout contrôle existant et en décidant si le ou les risque(s) est (sont) acceptable(s).

**Facteurs de risques :** la combinaison de facteurs liés à l'organisation du travail dans l'entreprise est susceptible de porter atteinte à la santé et la sécurité des travailleurs, bien qu'ils ne puissent être nécessairement identifiés comme des dangers. A titre d'exemple, l'association du rythme et de la durée du travail peut constituer un risque psychosocial.

**Hierarchisation :** la hiérarchisation résulte d'un classement automatique des risques au regard de leur gravité et de leur fréquence.

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

**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.

La mesure de l'effet d'un tel danger est appelée la conséquence tandis que sa fréquence est le nombre de son occurrence par temps d'unité.

La prévention n'est jamais un objectif en soi, mais est un des moyens pour tendre à réduire les risques (de dommage), sauvegarder la santé et améliorer le bien-être [4].

Ainsi le risque est la mesure de la fréquence d'un danger et de sa conséquence.

Les risques de tous les résultats d'incident/accident sont individuellement estimés en utilisant la formule ci-dessous.

$$\text{Risque} = \text{Fréquence} \times \text{Gravité}$$

$$\text{Fréquence} = \text{Nombre d'exposés} \times \text{Temps d'exposition.}$$

$$\text{Gravité} = \text{Dangerosité} / (\text{Prévention} + \text{Protection}).$$

**Unité de travail** : cette notion doit être comprise au sens large, afin de recouvrir les situations très diverses d'organisation du travail. Son champ peut s'étendre à un poste de travail, 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...).

**L'accident du travail** : Est considéré comme accident du travail tout accident ayant entraîné une lésion corporelle, imputable à une cause soudaine, extérieure, et survenu dans le cadre de la relation de travail et lors du trajet effectué par l'assuré pour se rendre à son travail ou en revenir (**loi n° 83-13**). L'accident du travail se distingue par une manifestation soudaine du dommage, qui peut aboutir à un arrêt de travail, une incapacité temporaire partielle ou totale, ou permanente voire au décès.

# Chapitre I : Généralités Théoriques

---

## I.3. Notion de Risque [5]

Un risque se mesure par deux caractéristiques :

« La fréquence **f**, qui mesure la probabilité d'occurrence de l'événement dommageable ; « La gravité **G**, qui mesure les conséquences du sinistre ; « Le produit **f x G** est un indicateur de l'acuité du risque. Les risques dits « **de fréquence** », caractérisés par une fréquence assez élevée et une gravité relativement faible ; « Les risques dits « **de gravité** », qui, au contraire, ont une gravité forte, mais une probabilité d'occurrence faible ; « Les risques **négligeables**, car de fréquence et de gravité faible ; « Les risques **intolérables**, car de fréquence et de gravité élevée, pour lesquels le seul traitement est l'évitement ou la suppression de l'activité à risque ; « Les risques à **fréquence et gravité « moyennes** », qui constituent le vaste champ d'application de la **gestion des risques**.

L'appréciation de ces différents critères est hautement subjective, ce qui peut justifier que dans les domaines scientifiques et techniques une définition quantifiable et plus rigoureuse du risque a été recherchée [6]

## I.4 Notion de danger

Selon Desroches [DES 95] et la norme IEC 61508 [IEC 98], le danger désigne une nuisance potentielle pouvant porter atteinte aux personnes, aux biens (détérioration ou destruction) ou l'environnement. Les dangers peuvent avoir une incidence directe sur les personnes, par des blessures physiques ou des troubles de la santé, ou indirecte, au travers de dégâts subis par les biens ou l'environnement. [7].

## I.5 Notion de sécurité

Selon [DES 03], la sécurité concerne la non occurrence d'événements pouvant diminuer ou porter atteinte à l'intégrité du système, pendant toute la durée de l'activité de ce dernier, que celle-ci soit réussie, dégradée ou ait échoué.

La sécurité est souvent définie par rapport à son contraire : elle serait l'absence de danger, d'accident ou de sinistre. [8].

## I.6 Analyse Du Risque

L'analyse du risque est définie comme « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ».

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurités existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

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

Il est entendu que l'acceptation du risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité du risque. L'objectif de la gestion des risques est la prévention ou bien la réduction de ces risques.

L'analyse des risques est une démarche intégrée au mode de fonctionnement de l'entité concernée, continue et itérative puisqu'elle fait partie de la stratégie de l'établissement. Elle s'inscrit dans une démarche en quatre temps :

- Analyse du système
- Identification des risques
- Modélisation qualitative des risques
- Quantification des risques

A Chacune de ces phases correspondent des outils spécifiques [9].

### **I.6.1 Evaluation du risque**

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le niveau ALARP est atteint en comparant le niveau de risque estimé à un niveau jugé acceptable ou tolérable dans le cadre ALARP.

#### **Que signifie le concept ALARP ?**

“ALARP” (“As low as reasonably practicable”) ou parfois “SFAIRP” (“So far as is reasonably practicable”) signifie essentiellement la même chose et leur essence concerne la notion de “raisonnablement praticable ceci a pour but de mesurer le risque comparé aux ennuis, temps et argent que nécessite le contrôle de ce risque. Donc, ALARP décrit tout simplement le niveau attendu du contrôle de risque.

Notons que la limite maximale du risque acceptable est estimée à des valeurs différentes pour le HSE et le VROM :  $10^{-4}$  par an pour le public habitant dans le voisinage du site industriel pour le premier et  $10^{-6}$  par an pour le second [MER 04].

En fait, nous devons nous assurer que le risque a été réduit au niveau ALARP de telle sorte que tout nouveau « sacrifice » pour une autre réduction serait vain.

Il serait possible de dépenser un temps infini, des efforts et beaucoup d'argent pour essayer de ramener le risque à un niveau zéro. Mais en contre partie, qu'en est-il exactement ? Pour le principe ALARP, cela signifie que le risque est assez bas et qu'essayer de le ramener à un niveau plus bas

# Chapitre I : Généralités Théoriques

serait réellement plus coûteux que probablement n'importe quel coût qui découlerait du risque encouru lui-même. Ceci s'appelle "un risque tolérable".

Dans tous les cas de figure, décider si un risque est considéré comme ALARP ou pas implique la comparaison des mesures de contrôle de ce risque mise en place ou bien proposée et les mesures normalement attendues pour ce type de circonstances, ce qui est communément appelé « bonnes pratiques ». HEALTH & SAFETY EXECUTIVE (HSE) définit les bonnes pratiques comme 'les standards jugés et reconnus satisfaisant la loi pour le contrôle du risque quand ils sont appliqués pour un cas particuliers d'une manière appropriée'. [10]

Notons que la limite maximale du risque acceptable est estimée à des valeurs différentes pour le HSE et le VROM :  $10^{-4}$  par an pour le public habitant dans le voisinage du site industriel pour le premier et  $10^{-6}$  par an pour le second [MER 04].

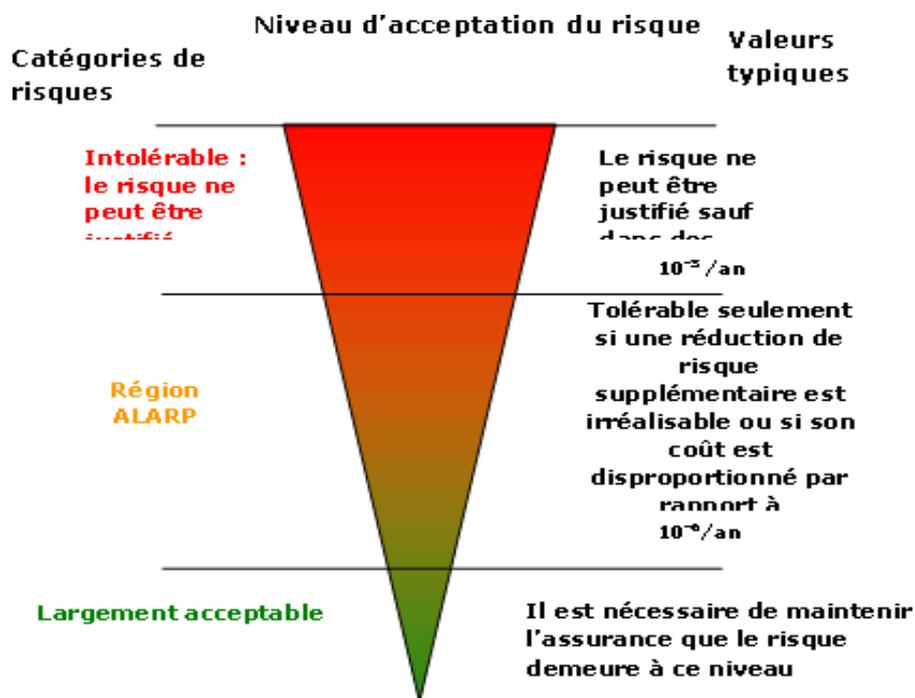


Figure I.1: Le principe ALARP [5]

## I.6.2 Acceptation du risque

La notion de risque acceptable est essentielle pour caractériser la confiance attribuée à un système. En effet, si nous admettons souvent comme potentiels des dommages sévères, seule leur faible probabilité d'occurrence nous les fait accepter

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

Comme précisé plus, il s'agit d'une étape-clé dans le processus de gestion du risque dans la mesure où elle va motiver la nécessité de considérer de nouvelles mesures de réduction du risque et rétroactivement, influencer les façons de mener l'analyse et l'évaluation des risques. [11].

### I.6.3 Réduction du risque

La réduction ou maîtrise du risque comprend l'ensemble des mesures, actions, et dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier lorsque celui-ci est jugé intolérable.

De manière générale, les mesures de maîtrise/réduction du risque concernent :

- La **prévention**, c'est-à-dire la réduction de la probabilité d'occurrence de la situation de danger à l'origine du dommage.
- La **protection**, c'est-à-dire limiter la gravité du dommage considéré. Notons que, suivant cette définition, l'intervention pourra être considérée comme un moyen de protection.

En d'autres termes, il s'agit dans l'ordre de :

Prévenir le danger

- Eviter le danger
- Atténuer les effets du danger. [12]

### I.7 Classification des risques

Dans la littérature, on trouve plusieurs classifications des risques. Selon Tanzi [TAN 03], l'analyse des risques permet de les classer en cinq grandes familles :

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

Les risques liés à l'activité humaine recouvrent un ensemble de catégories de risques divers :

- les risques techniques, technologiques, industriels et nucléaires ;
- les risques liés aux transports ;
- les risques sanitaires ;
- les risques économiques, financiers, managériaux ;
- les risques médiatiques ;
- les risques professionnels.

# Chapitre I : Généralités Théoriques

---

## I.8 Démarche Pour L'analyse Des Risques

Cette démarche se décompose généralement en plusieurs étapes :

- **Une étape préliminaire pour définir clairement le cadre de l'analyse des risques** : Définition du système à étudier et des objectifs à atteindre.
- **Une étape consistant en la collecte des data pour mener le travail d'analyse de façon efficace** : Recueil des informations indispensables à l'analyse des risques.
- **Une étape consistant en un choix judicieux du ou des outils d'analyses et éventuellement d'une matrice de risque avec échelle de cotation des risques et une grille de criticité** : Définition de la démarche à adopter.
- **Et enfin une équipe pluridisciplinaire composée de spécialistes pour mener à bien l'ensemble des tâches** : Mise en œuvre de l'analyse de risques dans le cadre d'un groupe de travail.

### I.8.1 Définition du système et des objectifs à atteindre

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

Les objectifs de l'analyse des risques étant clairement définis, les critères d'acceptabilité des risques le sont par la même occasion.

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

- Analyser les risques d'accidents de manière générale et les événements pouvant nuire à la bonne marche du procédé (panne, incidents...);
- Analyser plus spécifiquement les risques liés aux postes de travail (Code du travail),
- Analyser les risques d'accidents majeurs (cas de l'étude des dangers);

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

### I.8.2 Recueil de data

Cette étape est l'une des plus longues mais également une des plus importantes car d'elle dépendent les résultats de tout le processus.

#### **A/ Description fonctionnelle et technique du système :**

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

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

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

- Identifier les fonctions du système étudié ;
- Caractériser la structure du système ;
- Définir les conditions de fonctionnement du système ;
- Décrire les conditions d'exploitation du système.

### **B/ Environnement du système :**

Du fait de son interaction avec le système, l'environnement peut être une source de dangers potentiels comme il peut constituer une cible pouvant être affectée en cas d'accident.

Afin d'apprécier la gravité d'un accident ou incident potentiel, il est indispensable de bien identifier les éléments de l'environnement qui pourraient être gravement affectés. En règle générale, il convient de repérer les cibles suivantes :

- Les personnes (personnel du site concerné, populations habitant ou travaillant autour de sites industriels) ;
- Les installations et équipements pouvant être à l'origine d'accidents (équipements dangereux) ;
- Certains équipements indispensables pour maintenir le niveau de sécurité des installations (équipements de sécurité critiques comme une salle de contrôle, un local pompes incendie, un réseau torche...) ;
- Les biens et les structures dans l'environnement des installations,
- L'environnement naturel (nappes phréatiques, cours d'eau, sols...) ;
- D'autres parties des installations, en fonction des objectifs particuliers de l'analyse des risques.

Il s'agit en fait d'identifier les sources de dangers potentiels tels que :

- Les dangers liés au process en particuliers ceux liés aux produits, aux conditions opératoires, aux réactions chimiques,
- Les sources d'inflammation potentielle, aux sources d'agressions multiples qu'il s'agisse d'autres parties des installations, de zones de circulation, de travaux, de conditions météorologiques extrêmes (gel, vent, neige, brouillard...), de présence d'établissements industriels proches, de transport de matières dangereuses sur des voies de communication proches.

Comme il est extrêmement important de tirer les leçons du passé même si il est dit que les « usines n'ont pas de mémoire ». L'analyse d'accidents/incidents passés (notamment les presque

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

accidents si possible) joue un rôle fondamental dans l'évaluation et l'analyse des risques à plus d'un titre. En particuliers :

- Elle permet de mettre en relief, prévenir et identifier les incidents ou accidents susceptibles de se produire à partir :

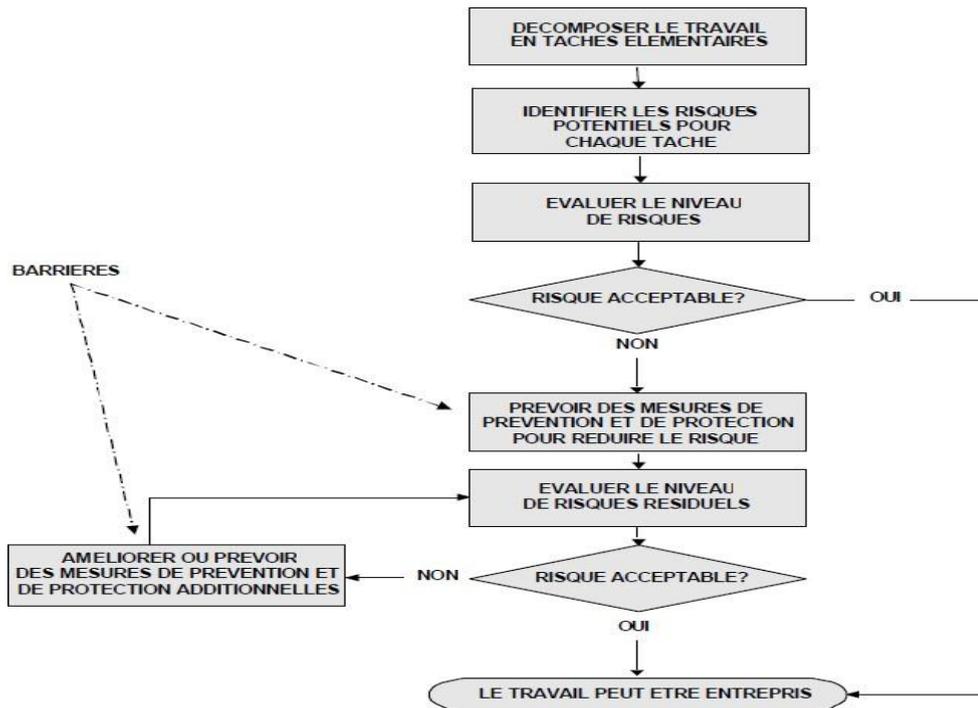
- Des accidents ou incidents s'étant déjà produits sur le site étudié ;
- Des accidents survenus sur des installations comparables à celles étudiées (benchmarking).

- Elle permet de déterminer les causes les plus fréquentes d'accident, de renseigner sur l'efficacité et la performance des barrières de sécurité

- Elle constitue une base de travail pertinente pour l'analyse des risques en groupe de travail qui devra identifier a priori des scénarios d'accidents.

Il ne faut pas enfin omettre l'existence de dangers potentiels externes considérés comme extrêmes comme par exemple :

- Les risques d'agressions sismiques,
- Les risques liés à la foudre
- Les synergies d'accidents ou effets dominos. [5]



**Figure I.2 :** Principe de l'évaluation de risques [12]

### I.9 Outils D'analyse De Risque

Il existe deux grands types de démarches en vue d'analyser les risques : la démarche inductive et la démarche déductive. [13].

Différentes techniques pour une identification qualitative et/ou quantitative des dangers et une analyse de risques qualitative sont largement répandues. Il s'agit en fait de choisir la technique ou combinaison de techniques les mieux adaptée pour répondre aux objectifs fixés. Pour la réalisation de cette tâche, il s'agira également de définir le groupe de travail qui participera à la réflexion et, le cas échéant, de fixer des échelles de cotation des risques et une grille de criticité.

Parmi les techniques les plus fréquemment utilisés nous citerons :

- Contrôle de sécurité (Security review)
- Safety auditing
- L'Analyse Préliminaire des Risques (APR),
- L'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)
- L'Analyse des risques sur schémas type HAZOP ou « What-if ? »
- L'Analyse par arbre des défaillances
- L'Analyse par arbre d'évènements
- Le Nœud Papillon

# Chapitre I : Généralités Théoriques

---

- L'analyse des causes/conséquences
- L'analyse des tâches (Task Analysis), TA)
- Analyse des tâches hiérarchiques (Hierarchical Task Analysis, HTA)
- Job Safety Analysis
- Human Hazop

Dans une approche inductive, une défaillance ou une combinaison de défaillances est à l'origine de l'analyse. Il s'agit alors d'identifier les conséquences de cette ou ces défaillances sur le système ou son environnement. On dit généralement que l'on part des causes pour identifier les effets. Les principales méthodes inductives utilisées dans le domaine des risques accidentels sont : l'Analyse Préliminaire des Risques, l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC), HAZOP, l'analyse par arbre d'évènements, etc.

A l'inverse, dans une approche déductive, le système est supposé défaillant et l'analyse porte sur l'identification des causes susceptibles de conduire à cet état.

On part alors des effets pour remonter aux causes. L'arbre des défaillances constitue une des principales méthodes déductives.

## **I.10 Comment choisir une Technique d'Identification ?**

Pourquoi un tel nombre de technique ? Quelle technique faut-il choisir ?

Il n'est pas toujours simple de répondre à ces questions. Cependant, il est bon de rappeler qu'une technique n'est rien d'autre qu'une méthode permettant d'étudier un danger. Le but en l'occurrence l'identification des dangers est plus importante que la méthode utilisée. Par ailleurs, il n'existe pas de technique absolue. Les diverses techniques sont nées de divers besoins. Autrefois, une méthodologie simple était suffisante pour identifier les risques d'une installation. Parmi les techniques les plus simples figurent notamment le Safety review et l'utilisation de check-lists ; L'évolution rapide des technologies tant en complexité qu'en étendue est à l'origine de l'apparition de techniques plus créatives, telles HAZOP, FMEA.

L'avantage que procurent ces techniques réside dans la collaboration de plusieurs experts et la manière systématique et imaginative avec laquelle ils font la radioscopie d'une installation. Comme l'a démontré une étude, il est extrêmement important que les chercheurs disposent des informations nécessaires. Rasmussen [14] a analysé 190 accidents résultant de réactions chimiques non souhaitées, et a établi que dans 34% des cas, la cause principale de l'accident était un manque de connaissance. C'est pourquoi, à l'avenir, on s'orientera de plus en plus vers de nouvelles techniques qui mettent l'accent sur ce que l'on appelle

# Chapitre I : Généralités Théoriques

« Knowledge Based Hazard Identification ».

Cette méthodologie vise à favoriser autant que possible l'accès aux connaissances existantes sur un sujet déterminé (« Comment s'assurer qu'une personne, dans étude d'identification, identifie tous les événements non souhaités ? »).

Le choix d'une technique doit se faire en fonction du niveau auquel on veut travailler. Dans le cas d'un système de maîtrise des pertes (loss contrôle), il existe trois niveaux : le niveau de l'incident : on tire la leçon des incidents, le niveau du risque : on s'efforce de mettre en place une organisation qui écarte tous les risques.

Les diverses techniques peuvent être réparties suivant ces niveaux. Dans le tableau ci-dessous, les techniques sont grossièrement réparties en fonction du niveau auquel elles sont les plus efficaces.

L'expérience a prouvé que la meilleure solution était d'utiliser un maximum de techniques différentes. Chaque technique permet d'aborder le problème sous un angle nouveau. Toutefois, dans la pratique, l'application minutieuse de plusieurs techniques n'est pas toujours possible.

C'est pourquoi il ne faut pas perdre de vue que tout commence par une bonne organisation ; que l'étude des documents existants peut fournir une masse d'informations sur ce que d'autres ont étudié et découvert ; et enfin, que des techniques créatives telles HAZOP et FMEA ont déjà largement prouvé qu'elles étaient efficaces et économiques à long terme

**Tableau I.1** : Utilisation des techniques d'identification du risque en fonction du niveau [15]

<b>Niveau</b>	<b>Techniques</b>	
<b>Niveau incident</b>	Littérature Check-lists	Arbre des défaillances Safety review
<b>Niveau risque</b>	HAZOP	What-if SWIFT (1) FMEA
<b>Niveau maîtrise</b>	ISRS (2)	ORZOP (3)

- (1) Une technique « What-if structurée ».
- (2) International Safety Rating System.
- (3) Technique HAZOP appliquée à l'organisation.

### **I.11 La méthode ‘ Job Safety Analysis’**

**JSA** est une méthode qui permet de revoir les procédures et pratiques liées aux postes de travail dans le but d’identifier les dangers et déterminer les équipements et mesures de contrôle appropriés durant le Performance des tâches et autres activités.

L’identification des dangers et la détermination de mesures appropriées pour les maîtriser avant l’entame d’un projet ou d’une tâche quelconque est une part intégrale dans le management des activités dans l’optique de fournir le meilleur niveau de sécurité, de qualité, production, etc.

La méthode la plus commune pour ce faire est JSA.

Job Safety Analysis ou Job Hazard Analysis (analyse des dangers liés aux postes de travail), est une étude détaillée des méthodes de travail qui permet de savoir quels dangers potentiels pour la santé et la sécurité existent durant les différentes phases de l’activité.

#### **Déroulement :**

**JSA** consiste en cinq étapes de base

1. Sélectionner le poste à analyser
2. Décomposer les activités du poste en question en étapes successives
3. Identifier les dangers et les accidents potentiels
4. Développer des solutions pour prévenir tout accident
5. Suivi des solutions/recommandations

Avant de terminer l’analyse, les responsables devraient être consultés et une notification devrait leur être faite concernant les modifications nécessaires que l’analyse a générées.

Dans certains cas les propositions devraient être testées avant leur implantation, une formation pour y remédier est nécessaire. [16]

### **I.12 Les Différents Risques Professionnels [17]**

Le risque professionnel peut être définir par « MARGOSSIAN.N » comme suit : « Par risque professionnel, il entendre tout risque ayant pour origine l’activité professionnelle, c’est-à-dire le travail rémunéré, indispensable pour vivre de nos jours .Tout phénomène, qui apparait en milieu de travail et qui présente un danger pour l’homme et appelé risque professionnel[18]

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.

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

Il existe différents moyens pour regrouper et classer les risques professionnels ; celle qui a 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.

### **I.12.1 Les risques mécaniques**

Nombreux et variés, ils sont présents partout, dans toutes les activités humaines. Ils ont pour origine les déplacements des corps qui par suite de leurs mouvements, possèdent une énergie susceptible d'agresser les hommes. Si ce risque s'explique par les mouvements des objets, il existe également lorsque ce sont les hommes qui bougent, l'objet restant immobile ou en mouvement. Un marteau qui s'abat sur un doigt peut l'écraser ; des engrenages en mouvement peuvent entraîner la main ou les cheveux ; une lame de scie peut couper la chair. Bien qu'il s'agisse ici d'un phénomène physique, par son importance, par la nature des risques et par les mesures de prévention à mettre en œuvre.

### **I.12.2 Les risques physiques**

Sous cette appellation sont groupés plusieurs risques ayant pour origine des phénomènes physiques variés, souvent très différents les uns des autres.

Les risques dus aux vibrations mécaniques ; beaucoup de machines, outils portatifs et véhicules vibrent. Ces vibrations transmises au corps humain portent atteinte à la santé.

Les risques de surdité dus aux bruits à des niveaux élevés produits par les installations industrielles notamment.

Les risques électriques qui se traduisent par les électrocutions et les   lectrifications accidentelles.

Les risques dus aux rayonnements ionisants comme la radioactivité ou bien les rayons X qui conduisent à des atteintes graves de la santé.

Les risques dus aux rayonnements non ionisants comme les infrarouges ou les rayons lasers qui peuvent conduire à des brûlures.

Les autres risques physiques dus à des pressions atmosphériques élevées ou faibles, ou encore aux travaux dans les mines.

### **I.12.3 Les risques de manutentions manuelle et mécanique**

Les manutentions sont à l'origine de nombreux risques qui se traduisent par des accidents et des maladies professionnelles. Les manutentions manuelles sont encore courantes, malgré l'automatisation et la robotisation de nombre d'entre elles comme les déplacements, les levages, les

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

transports, etc. Dans les deux cas, les risques existent et conduisent à des troubles musculosquelettiques (TMS) ainsi qu'à des accidents mécaniques.

### **I.12.4 Les risques chimiques**

Ils s'expliquent par la présence de produits chimiques plus ou moins dangereux, toxiques ou inflammables, dont l'absorption par le corps humain se traduit par des intoxications accidentelles ou chroniques ainsi que par des incendies et explosions.

Les risques chimiques sont fréquents et on les rencontre pratiquement dans toutes les activités humaines.

### **I.12.5 Les risques biologiques**

Ils sont dus à des micro-organismes pathogènes vivants qui, introduits dans le corps humain, induisent des maladies dont certaines peuvent être très graves comme les hépatites virales.

### **I.12.6 Les risques de circulation et de transport**

Les salariés se déplacent fréquemment tant dans leurs ateliers que dans leurs entreprises ainsi que sur la voie publique. Ces déplacements sont à l'origine de chutes de plain-pied ou de dénivelés, de glissades, de chocs ou d'autres blessures qui sont des accidents du travail. Les accidents de la route sont également considérés sous certaines conditions comme ayant un caractère professionnel.

### **I.12.7 Les autres risques**

Sous cette rubrique, on peut grouper un certain nombre de situations dangereuses particulières à différentes activités, comme celles rencontrées sur les chantiers de bâtiments et de travaux publics ou encore des troubles psychosociaux comme le stress, qui ont une influence certaine sur l'accidentabilité des salariés.

## **I.13 La maintenance industrielle**

La maintenance a été considérée longtemps comme un mal nécessaire. Dans beaucoup de domaines industriels, cette vision est toujours présente [19]

Traditionnellement assurée par un service ou département indépendant et centralisé, composé d'opérateurs spécialisés, l'organisation de la maintenance a changé. Elle prend aujourd'hui des formes multiples : sous-traitance, transfert de tâches de maintenance vers l'exploitation (auto maintenance), maintenance géographique, polyvalence des intervenants, etc.

Parallèlement, nous observons une réduction des services de maintenance interne. L'activité de

# Chapitre I : Généralités Théoriques

---

ces services est de plus en plus centrée sur l'encadrement et la gestion des intervenants extérieurs.

Ces choix d'organisation ont des conséquences pour la sécurité. Il s'agit entre autres :

- Perte et dispersion des connaissances sur l'équipement
- Augmentation des contraintes temporelles influant sur la qualité de la préparation des interventions et donc sur la sécurité ;
- Transmission des informations et organisation de travaux altérées par la multiplication et la Co-activité des intervenants, etc.

Bien que les accidents sur les équipements de travail tendent globalement à baisser, la maintenance apparaît de plus en plus comme un ensemble d'activités à risques. A travers un état de l'art, quelques réflexions sur la criticité des interventions de maintenance renforcées par quelques chiffres sur des accidents sont présentées. Ensuite, nous proposons une analyse des processus de maintenance en vue d'une meilleure identification des facteurs de risque liés à ces activités. Cette analyse a abouti à un modèle d'une intervention de maintenance et des facteurs de risques associés et a servi de base à un retour d'expérience via un questionnaire. La problématique d'élaboration de l'enquête a été formalisée à l'aide de la méthode QQQQCP. Après une explication de la structure du questionnaire, les principaux résultats de l'enquête sont fournis.

Principalement, ce retour d'expérience auprès de professionnels de la maintenance industrielle a permis de valider le modèle réalisé et de confirmer que chaque étape d'une intervention de maintenance a son importance dans la réalisation en sécurité de l'intervention sur un équipement de travail.

Selon l'INERIS, **44 %** des accidents mortels sont liés à l'activité de maintenance dont **31.8%** sont liés à la maintenance des machines, appareils et équipements de travail. [20]

## **I.13.1 Définitions**

La maintenance est définie comme étant :

« ...l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. » [21]

On distingue la maintenance préventive, la maintenance corrective et la maintenance à, échelle majeur.

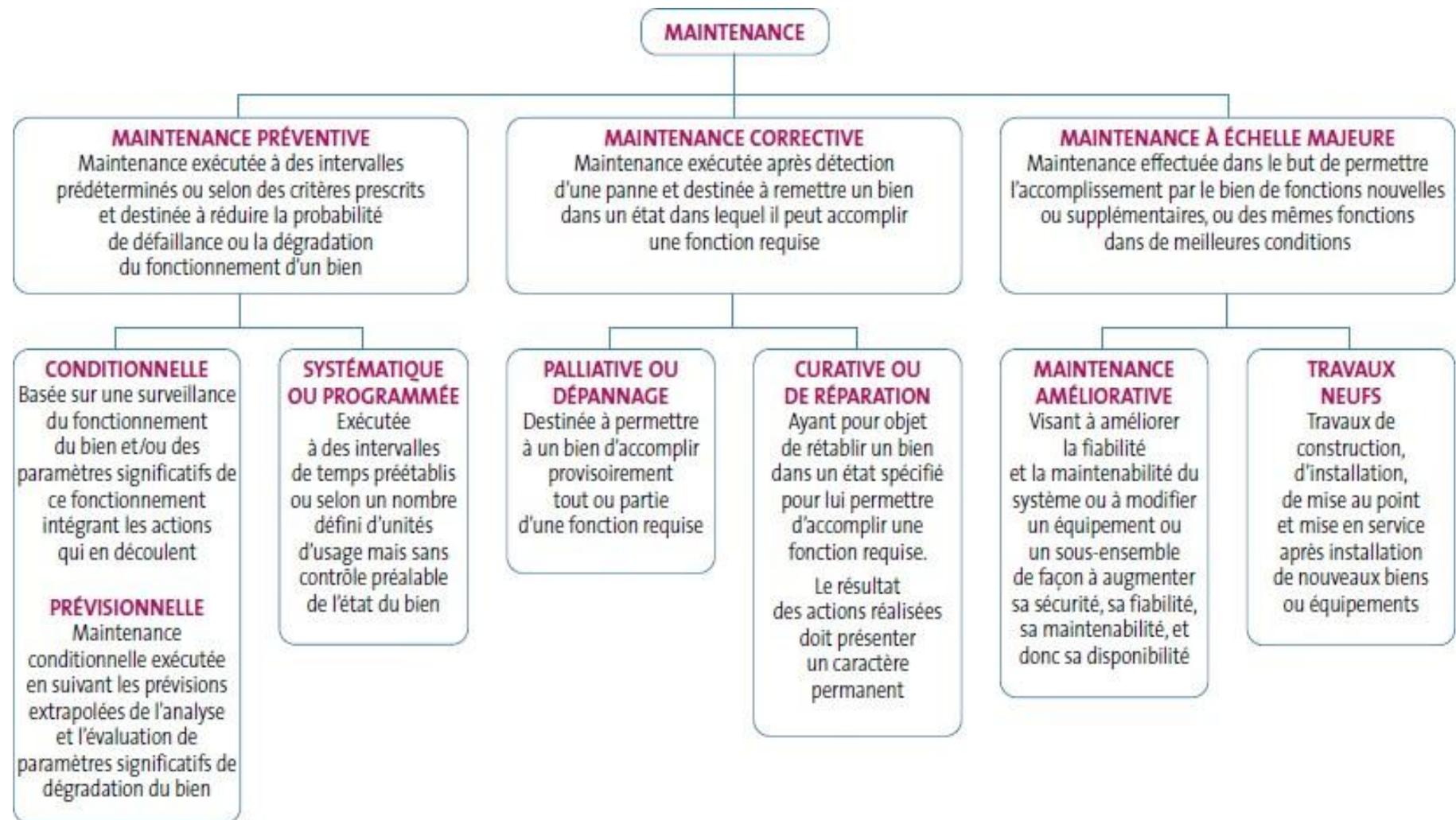


Figure I.3: Les différents types de maintenance [20]

### **I.13.2. Rôle de la fonction maintenance**

Dans une entreprise, quelque-soit son type et son secteur d'activité, le rôle de la fonction maintenance est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au rendement meilleur tout en respectant le budget alloué. Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise, cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production. Un service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit, comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement, le coût, ...etc [22].

### **I.13.2La maintenance et la sécurité**

La maintenance revêt toutes les actions, qu'elles soient techniques, administratives ou managériales, visant à maintenir ou à rétablir un bien. Cela comporte différentes actions comme maintenir ou réparer un équipement mais aussi toute la gestion de la documentation administrative qui s'y ajoute et, enfin, tout l'aspect du management des hommes. Les opérations de maintenance peuvent prendre différentes formes :

Préventive avec l'inspection et la détection de défaillance en amont, et curative comme la réparation ou le remplacement d'un équipement et de pièces particulières. Il existe ensuite des opérations un peu plus spécifiques pour savoir et juger si la réparation ou l'intervention de maintenance ont bien été efficaces et qu'elles correspondent bien aux résultats désirés. Pourquoi s'être intéressé aux opérations de maintenance ? « Tout simplement parce que ces interventions sont des opérations à risque » [22].

### **I.13.3 La maintenance préventive et la prévention**

La règle d'or de l'évaluation des risques consiste à protéger la santé et la sécurité des salariés par le biais de l'amélioration des conditions de travail. Pour cela, il convient d'identifier les risques et de les hiérarchiser, c'est-à-dire en apprécier la gravité et la probabilité de survenue. Enfin, des mesures de prévention pertinentes doivent être programmées afin de contrer les différents risques.

### I.13.2 Les niveaux de maintenance [23].

Une des conditions pour réussir un système de maintenance serait de spécifier les niveaux de maintenance dans l'entreprise. Ceux-ci font référence à la complexité des tâches à effectuer et aux ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de chacun des tâches. Cinq niveaux sont ainsi identifiés :

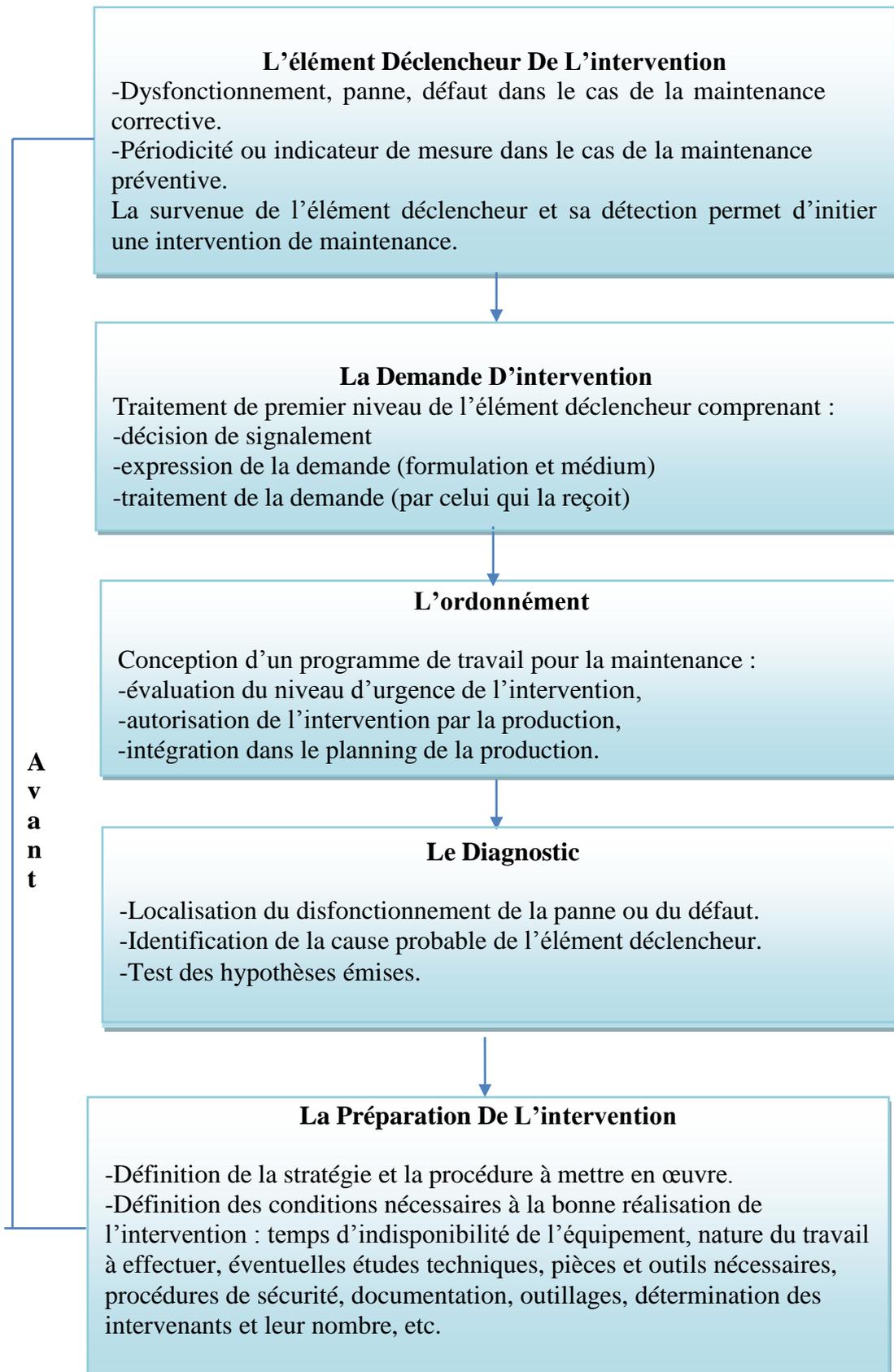
**Tableau I.2 :** Niveau de maintenance, personnel et moyens (after Nakajima)

<b>Niveaux</b>	<b>Personnel d'intervention</b>	<b>Moyens</b>
<b>Premier</b>	Exploitation sur place.	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation
<b>Second</b>	Technicien habilité sur place.	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation, plus pièces de rechange trouvées à proximité, sans délai.
<b>Troisième</b>	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance.	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, contrôle, etc.
<b>Quatrième</b>	Equipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central.	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle, etc.
<b>Cinquième</b>	Equipe complète, polyvalente en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

**Tableau I.3 :** Niveau de maintenance, activités (after Nakajima)

<b>Niveaux</b>	<b>Activités</b>
<b>Premier</b>	Réglage simple prévu par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun montage d'équipement ou échange d'équipements accessibles en toute sécurité.
<b>Second</b>	Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet ou d'opérations mineures de maintenance préventive.
<b>Troisième</b>	Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineurs.
<b>Quatrième</b>	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.
<b>Cinquième</b>	Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparations importantes confiées à un atelier central.

### I.13.3 Les étapes d'une intervention de maintenance



### **La Consignation**

-Ensemble des dispositions permettant de mettre et de maintenir en sécurité un équipement de façon à ce qu'un changement d'état soit impossible sans action volontaire

La consignation concerne toutes les énergies (hydraulique, potentielle, etc.) et tous les risques (mécanique, chimique, électrique, etc.).

### **L'intervention Sur L'équipement**

-Réalisation des actions de maintenance proprement dites : réparation, révision, inspection, contrôle, tests, etc.

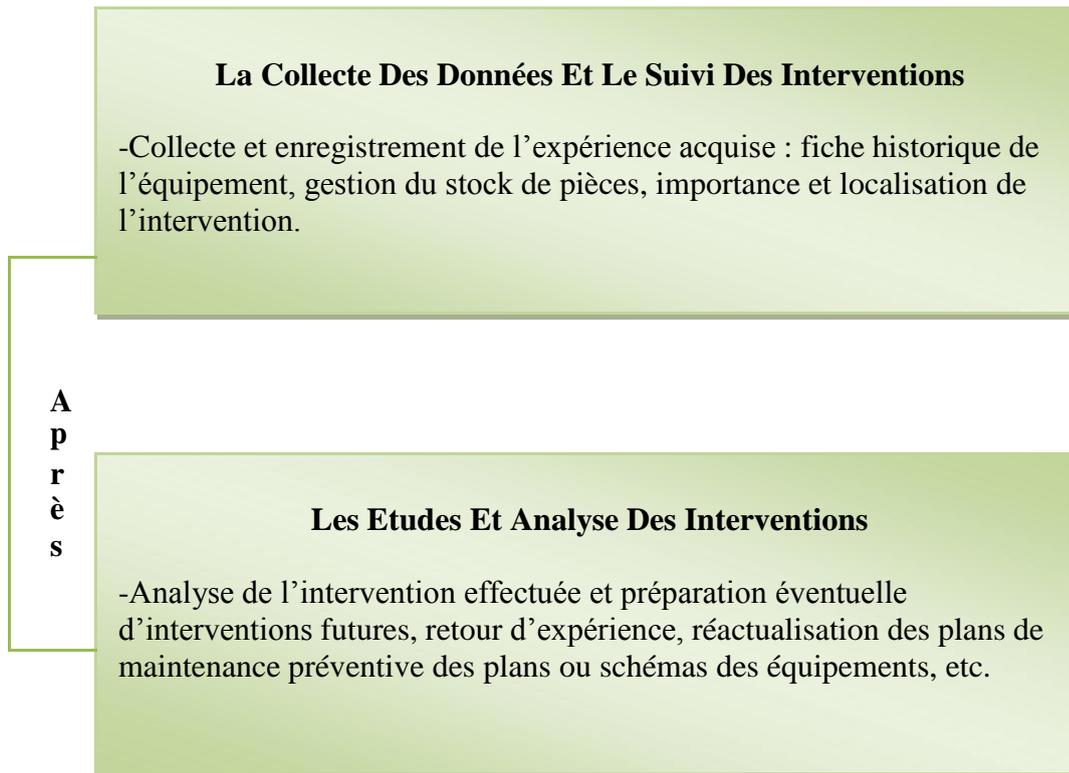
### **La déconsignation**

-Après contrôle de l'intervention, ensemble des dispositions permettant de remettre fonctionnement un équipement préalablement consigné, notamment le retrait des séparations et des condamnations.

**P  
e  
n  
d  
a  
n  
t**

### **La Remise En Service**

-Réalisation des tests, réglages et mises au point éventuels, et vérification du bon fonctionnement de l'équipement avec toutes les sources d'énergie et tous les auxiliaires nécessaires.



**Figure I.4:** Les étapes d'une maintenance [24]

### I.13.4 Les formes d'organisation de la maintenance

#### I.13.4.1 Répartition des tâches entre la maintenance et la production

**Maintenance spécialisée :** effectuées par les seuls opérateurs de maintenance (opérateurs spécialisés ou polyvalents).

**Maintenance partagée :** réalisée à la fois par les opérateurs de maintenance et par les opérateurs de production.

**Maintenance intégrée :** réalisée essentiellement par les opérateurs de production.

#### I.13.4.2 Répartition des tâches en interne/externe à l'entreprise

**Maintenance sous-traitée :** effectuée par les opérateurs d'entreprises extérieures.

**Maintenance interne :** effectuée par les opérateurs de l'entreprise.

#### I.13.4.3 Répartition géographique des équipements à maintenir

**Maintenance centralisée :** les opérateurs interviennent sur l'ensemble des équipements

**Maintenance géographique :** les opérateurs n'interviennent que sur des secteurs délimités.

### I.13.5 Les cinq règles de base pour une maintenance sûre [25]

Le processus de maintenance commence avant la tâche elle-même et s'achève quand le travail a été contrôlé et validé, et quand les documents de travail ont été complétés. La participation des travailleurs et/ou de leurs représentants dans toutes les phases et tous les aspects de la maintenance renforce non seulement la sécurité du processus, mais aussi la qualité du travail.

Les cinq règles d'une maintenance sûre sont expliquées plus en détail ci-après.

#### I.13.5.1 Planifier la maintenance

L'employeur doit réaliser une évaluation des risques de l'activité en y associant les travailleurs. Les points suivants doivent être abordés :

- **L'ampleur de la tâche :**

Ce qui doit être fait, combien de temps la tâche nécessite, en quoi les autres travailleurs seront affectés.

- **L'identification des risques :**

Par exemple, électricité, exposition à des substances dangereuses, présence de poussière dans l'air, espaces confinés, parties mobiles de machines, chutes (de ou à travers quelque chose), objets lourds à déplacer, parties difficiles à atteindre.

- **Ce que l'activité requiert :**

Compétences et nombres de travailleurs nécessaires, qui sera impliqué, quels sont les rôles des différents intervenants (responsabilités des contacts avec les travailleurs du contractant ou de l'employeur d'accueil, gestion des tâches, à qui faire rapport des éventuels problèmes), outils devant être utilisés, équipement de protection individuelle (EPI) et autres mesures de protection des travailleurs (par exemple, échafaudages, équipement de surveillance) éventuellement nécessaires.

Accès sécurisé à la zone de travail, et moyens d'évacuation (rapide).

La formation/l'information devant être fournie aux travailleurs prenant part à la tâche ainsi qu'à ceux qui travaillent à proximité au sujet de la tâche (afin de garantir la responsabilité et la sécurité des travailleurs), de la « ligne hiérarchique » et de toute procédure utilisée au cours de l'activité, y compris la notification des problèmes. Cet aspect est particulièrement important lorsque la maintenance est confiée à des sous-traitants.

Il y a lieu d'associer les travailleurs à la phase de planification, ils peuvent identifier les risques et les manières les plus efficaces de les contrer.

Les constatations et résultats de l'évaluation des risques effectuée lors de la phase de planification doivent être communiqués aux travailleurs impliqués dans la tâche de maintenance ainsi qu'aux autres travailleurs susceptibles d'être affectés. Il est essentiel d'associer les travailleurs,

## Chapitre I : Généralités Théoriques

---

dont les sous-traitants, à la formation et de les familiariser avec les procédures établies pour garantir leur sécurité.

### **I.13.5.2 Travailler dans un environnement sûr**

Les procédures élaborées en phase de planification lors de l'évaluation des risques doivent être mises en œuvre. Par exemple, l'alimentation électrique de l'équipement objet de la maintenance doit être coupée et le système d'arrêt convenu doit être utilisé.

La carte d'avertissement où figurent la date et l'heure de l'arrêt ainsi que le nom de la personne autorisée à lever l'arrêt doit être apposé. Ainsi, la sécurité du travailleur effectuant le travail de maintenance sur la machine ne sera pas en danger, car nul ne pourra démarrer par inadvertance la machine elle risque également d'être compromise si, par exemple, la machine n'est pas en bon état de marche (par exemple, si les sauvegardes ont été enlevées). Les travailleurs doivent s'assurer de la présence d'une voie d'accès (et de sortie) sûre à la zone de travail, conformément au plan de travail.

### **I.13.5.3 Utiliser l'équipement approprié**

Les travailleurs qui effectuent des travaux de maintenance doivent disposer des outils et équipements appropriés, qui peuvent être différents de ceux utilisés normalement. Ils peuvent être amenés à travailler dans des zones qui ne sont pas des postes de travail habituels et être exposés à de nombreux risques.

Ils doivent donc être également équipés des EPI adéquats. Par exemple, les travailleurs qui nettoient ou remplacent des filtres de ventilation par extraction peuvent être exposés à des concentrations de poussières beaucoup plus élevées que la normale pour ce poste de travail. L'accès à ces filtres, souvent situés dans les combles, doit également être sécurisé.

Les outils requis pour l'opération et les EPI identifiés en phase de planification et dans l'évaluation des risques doivent être disponibles (de même que leur mode d'emploi, si nécessaire) et utilisés.

### **I.13.5.4 Les méthodes sûres définies en phase de planification doivent être appliquées**

Le plan de travail doit être suivi même lorsque le temps presse tout raccourci peut coûter très cher et causer des accidents, des blessures ou des dégâts matériels. Il peut être nécessaire de notifier les superviseurs et/ou de consulter d'autres spécialistes s'il arrive quoi que ce soit d'imprévu. Il faut impérativement comprendre que dépasser le champ de ses compétences et de ses responsabilités peut entraîner un accident très grave.

### **I.13.5.5 Le contrôle de travail :**

Il faut s'assurer que la tâche est terminée, que le bien qui a fait l'objet de la maintenance est en condition de sûreté et que tous les déchets ont été éliminés. Lorsque l'ensemble a été contrôlé et déclaré sûr, la tâche peut alors être validée, les fermetures levées, les superviseurs et autres travailleurs, avertis. La dernière étape consiste en un rapport décrivant le travail effectué à l'intention de la direction. Il doit comporter des commentaires sur les difficultés rencontrées et des recommandations d'amélioration. Idéalement, cet aspect sera également discuté lors d'une réunion où les travailleurs impliqués dans le processus et ceux qui travaillent à proximité peuvent émettre leurs observations sur l'activité et formuler des suggestions afin d'améliorer le processus.

Les activités de maintenance peuvent entraîner un risque pour les travailleurs, mais ne pas les effectuer peut entraîner des risques plus sérieux.



# ***CHAPITRE II***

## **Etude Pratique**

### CHAPITRE II : Etude Pratique

#### II.1 Présentation du complexe GL2Z

##### II.1.1 Localisation

Le Complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2Z est sis sur la commune de Bethioua, dans la zone industrielle d'Arzew, à environ 6 km au Sud -Est de la ville d'Arzew et à 35 km au Nord -Est d'Oran, wilaya d'Oran chef-lieu de la wilaya du même nom sur le golfe d'Oran (l'Oranais), située au Nord-Ouest de l'Algérie.

Les limites du complexe GL2Z sont :

- A l'Ouest par le Complexe GL1Z,
- A l'Est par KAKRAM et le projet GL3Z,
- La mer Méditerranée borde le site au Nord et à l'Est (port gazier El Djedid).
- Au Sud se trouve la route d'accès principale de la Zone

Le complexe GL2Z s'étend sur une superficie de 72 hectares.

##### II.1.2 Historique

Aucune activité industrielle n'a été enregistrée sur le site avant la construction de GL2Z

La date de démarrage des travaux de construction du complexe GL2Z est 1975. La mise en production a débuté le 29 Janvier 1981

##### II.1.3 Capacité de production

Le Complexe traite  $10,5 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup> de gaz naturel par an avec production de Gaz Naturel Liquéfié et Gazoline.

##### Capacité contractuelle de production :

GNL :	17 800 Millions m <sup>3</sup> /An	Gazoline :	196 000 Tonnes/An
Propane :	410 000 Tonnes/An	Butane :	327 000 Tonnes/An

##### Capacité totale de stockage :

3 bacs aériens de stockage GNL :	100 000 m <sup>3</sup> chacun.
2 bacs aériens de stockage de gazoline et 4 dans le futur :	14 000 m <sup>3</sup> chacun.

##### II.1.4 Procédé utilisé [13]

Le complexe comprend six trains de liquéfaction de gaz naturel. La construction du complexe a été réalisée par l'entrepreneur **PULLMAN KELLOG (USA)**.

### II.1.5 Description générale de l'activité [28]

Le Complexe comprend les installations de réception du gaz naturel produit par les champs gaziers d'HassiR'Mel qui se situent à 550 km au Sud d'Alger.

Après traitement dans les trains de liquéfaction, le gaz liquéfié est stocké à la température de -162°C dans trois bacs cryogéniques de 100 000 m<sup>3</sup> de capacité unitaire avant d'être exporté.

Le complexe comprend des installations portuaires permettant le chargement de méthaniers dont la capacité varie entre 40 000 et 145 000 mètres cubes.

Le gaz naturel qui alimente le complexe est transporté au moyen de deux pipelines interconnectés de 42'' de diamètre à savoir GZ1 et GZ3. La capacité théorique totale de production du complexe est de l'ordre de 18 millions de m<sup>3</sup> par an de GNL à partir de 6 trains de liquéfaction en fonctionnement pendant 335 jours par an.

Le complexe GL2Z, à travers son processus de fabrication, vise à :

- La liquéfaction du GN, composé principalement de méthane et destiné à l'exportation.
- L'extraction des produits finis ou semi finis à savoir :
  - Le propane et le butane destinés à la commercialisation. Ils ne sont pas stockés sur le site mais expédiés par pipe vers le complexe GP 1Z
  - La gazoline destinée à l'exportation.
  - Le gaz de charge alimentant l'unité HELIOS pour y extraire de l'hélium et de l'azote.
- La liquéfaction du GN à pression atmosphérique nécessite son refroidissement à environ -160°C, une difficulté de taille qui a été surmontée par le procédé APCI dit à cascade incorporée avec deux boucles de réfrigération : propane et MCR (Réfrigérant à Composants Multiples).
- Le complexe GL2Z comprend principalement :
  - 6 unités de liquéfaction
  - Les utilités
  - Le stockage et chargement de GNL et de gazoline.
  - Une salle de contrôle DCS pour le contrôle des installations de l'usine.

#### II.1.5.1 Unités de production

Le Complexe GL /2Z comporte six trains de fabrication identiques fonctionnant en parallèle et comportant chacun les mêmes étapes.

Le gaz naturel qui assure la charge du complexe est transporté par pipeline à la pression de 42

bars et est distribué vers les différents trains au travers d'un collecteur de 42'' de diamètre.

Le gaz naturel est envoyé dans chacun des trains à une pression de 42 bars pour être dirigé vers la section de traitement du gaz où il est successivement :

- Démercurisé par passage sur filtres à charbon actif.
- Décarbonaté par une solution aqueuse de MEA (monoéthanolamine) afin d'enlever les traces de dioxyde de carbone. Le taux de dioxyde de carbone dans le gaz est réduit à une concentration inférieure à 90 ppm et la MEA est recyclée et régénérée par l'utilisation d'un courant de vapeur. A la sortie de la colonne d'absorption MEA, le gaz est refroidi à travers un échangeur au propane.
- Déshydraté à travers un lit de tamis moléculaires permettant d'éliminer l'eau contenue dans le gaz et réduire sa teneur en humidité à un taux inférieur à 01 ppm Volume.

L'importance de ces trois premières étapes réside dans l'extraction des composés présents dans le GN, n'ayant aucun intérêt commercial ou technique et qui risquent d'encrasser les équipements en aval dans le processus de liquéfaction.

Après déshydratation, le gaz est refroidi à  $-26^{\circ}\text{C}$  à la pression de 40 bars via le circuit propane.

Le gaz à cette pression et température pénètre dans la colonne de lavage où le produit de tête formé d'hydrocarbures légers contenant de l'azote, du méthane, de l'éthane est envoyé vers la section liquéfaction; le produit de fond formé essentiellement d'hydrocarbures lourds est envoyé vers les sections de fractionnement où il est fractionné successivement au travers du dééthaniseur (20 bars), du dépropaniseur (17 bars) et du débutaniseur (5,5 bars) dont le produit de fond est stocké dans des bacs de gazoline avant expédition.

Durant la phase de fractionnement, les produits en tête sont extraits et utilisés comme appoint vers les systèmes de refroidissement propane et MCR sachant qu'une partie est réinjectée dans le gaz afin d'accroître sa qualité.

Le gaz produit de tête de la colonne de lavage est envoyé essentiellement vers l'échangeur principal pour être liquéfié. La température du courant gazeux entrant dans l'échangeur principal est de  $-30^{\circ}\text{C}$  à la pression de 39 bars.

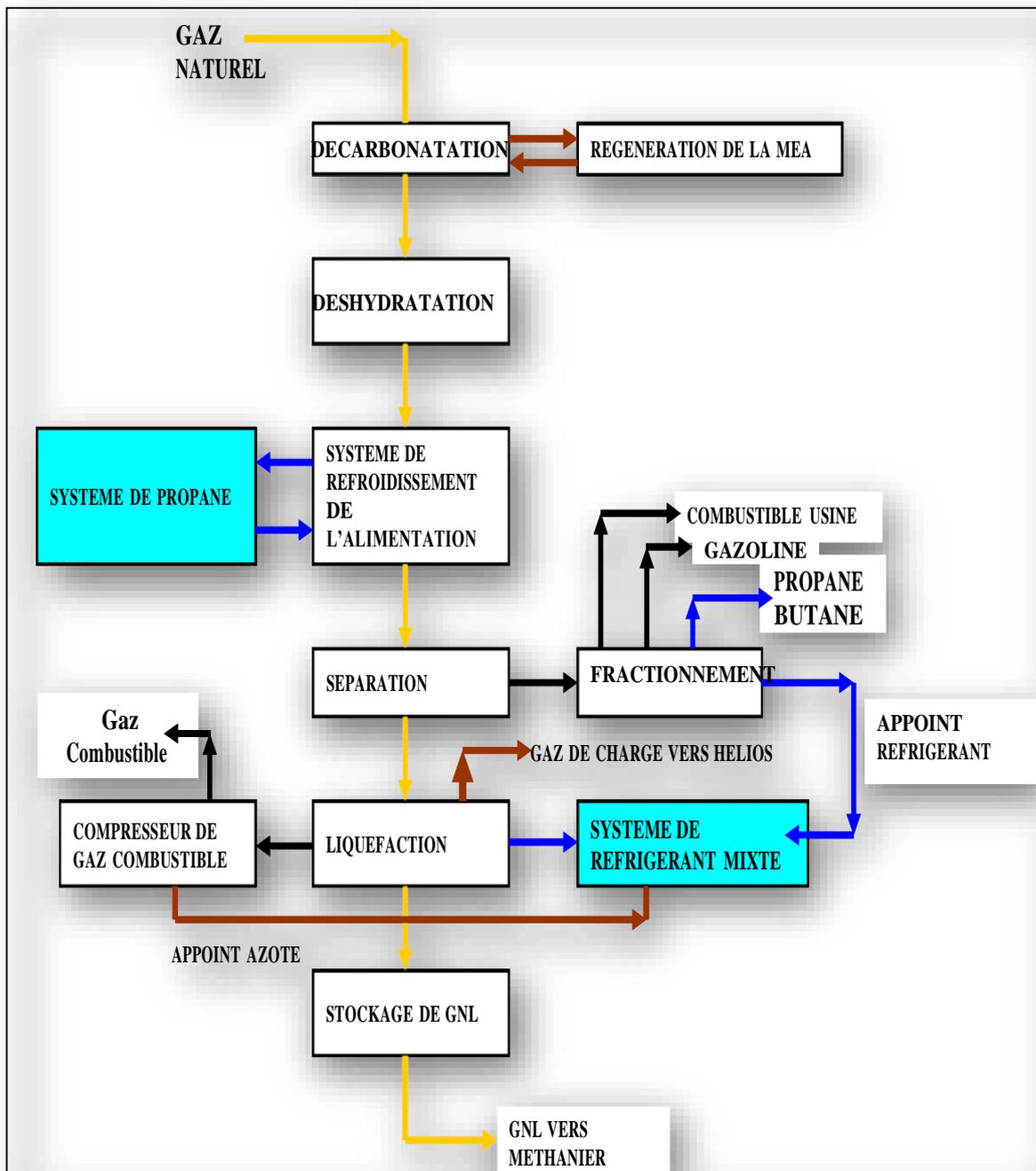
Le gaz est refroidi au niveau de l'échangeur principal par du MCR jusqu'à une température de  $-148^{\circ}\text{C}$  à une pression de 25 bars.

Le courant gazeux est alors dirigé vers une vanne de détente Joule Thomson où la pression

diminue jusqu'à 1,38 bars entraînant une baisse de température jusqu'à  $-161^{\circ}\text{C}$ .

L'azote et le gaz combustible sont extraits à partir d'un ballon de flash et envoyés vers les chaudières comme alimentation.

Le gaz naturel liquide GNL est envoyé vers la zone de stockage GNL par l'utilisation de pompes de transfert. Le réfrigérant MCR est circulé dans une boucle de réfrigération au moyen de deux compresseurs centrifuges entraînés par des turbines à vapeur.



**Figure II.1** : Présentation du procédé de liquéfaction [29]

**II.1.5.2 Utilités** : La section utilités se compose de :

- ❖ Quatre chaudières utilités ;
- ❖ Trois turbo générateurs de 18 MW chacun et une connexion de 20 MW avec le réseau de SONELGAZ (turbines vapeur) ;
- ❖ Une station de pompage composée de 6 pompes d'eau de mer d'une capacité de 35 000 m<sup>3</sup> chacune ;
- ❖ Six unités de dessalement d'eau de mer d'une capacité unitaire de 45 m<sup>3</sup>/h et une de 60 m<sup>3</sup>/h ;
- ❖ Une zone d'off- site comprenant : torche chaude, torche froide, torche boil-off, torche de mise en froid des méthaniers et brulot (brûlage des fractions liquides) ;
- ❖ Une section de production de l'air service et de l'air instrument.

### II.1.5.3 Stockage et chargement du GNL

Le GNL est stocké à -162°C dans 3 bacs d'une capacité unitaire de 100 000 m<sup>3</sup> chacun, le chargement du produit est assuré au niveau de 2 quais de chargement pouvant recevoir des méthaniers d'une capacité de 40 000 à 140 000 m<sup>3</sup> GNL.

Chaque quai est doté de :

- Quatre bras pour le chargement de GNL.
- Un bras pour le retour des vapeurs de GNL (Boil off).
- Un bras pour le soutirage et l'azote liquide.
- Trois compresseurs de reprise des vapeurs.

### II.1.5.4 Installations de contrôle et de sécurité

Le complexe est doté:

- D'une salle de contrôle principale.
- D'un système de Commande numérique (DCS).
- De trois salles de contrôle locales.
- D'une salle de contrôle pour le terminal.
- D'une salle de contrôle des 4 chaudières ABB de 400 T/hr.

Traditionnellement assurée par un service ou département indépendant et centralisé, composé d'opérateurs spécialisés, l'organisation de la maintenance a changé. Elle prend aujourd'hui des formes multiples : sous-traitance, transfert de tâches de maintenance vers l'exploitation (auto maintenance), maintenance géographique, polyvalence des intervenants, etc.

Parallèlement, on observe une réduction des services de maintenance interne de plus en plus centrés sur l'encadrement et la gestion des intervenants extérieurs.

Ces choix d'organisation ont des conséquences pour la sécurité :

- Perte et dispersion des connaissances sur l'équipement
- Augmentation des contraintes temporelles influant sur la qualité de la préparation des interventions et donc sur la sécurité ;
- Transmission des informations et organisation des travaux altérées par la multiplication et la Co-activité des intervenants, etc.

### **II.2 Les travaux effectués au complexe GNL2/Z lors d'une maintenance préventive sur les équipements**

La maintenance d'équipements statiques au complexe GNL2/Z, comprend les mesures techniques, administratives et de gestion visant à maintenir ou rétablir le bien dans un état spécifique afin qu'il soit en mesure d'assurer un service déterminé, pour le protéger contre les pannes et les effets de la vétusté. Les activités de maintenance incluent :

- L'inspection ;
- L'essai ;
- La mesure ;
- Le remplacement ;
- L'ajustement ;
- La réparation ;
- La détection des défaillances ;
- Le remplacement des pièces ;
- L'entretien.

Les différents travaux effectués sur les équipements statiques lors d'une maintenance préventive sont :

Contrôle non destructif (gammagraphie, ressuage, etc.) ;

- Meulage ;
- Soudage ;
- Peinture ;
- Sablage ;
- Levage mécanique ;
- Manutention manuelle ;
- Pénétration dans un espace confiné ;
- Calorifugeage ;
- Travaux en hauteur.

## Chapitre II : Etude Pratique

---

- Avant tous travaux de maintenance préventive sur les équipements statiques, il faut :
- Isoler (tous les circuits gaz, vapeur, eau de mer, EDM) ;
- Isoler toutes les sources d'énergie : électrique, pneumatique, mécanique, etc.
- Vidanger tous les équipements des produits ;
- Dépressuriser ;
- Platiner tous les équipements ;
- Dégazer les équipements pour éliminer toute trace de produit (le dégazage se fait avec un gaz inerte e.g. l'azote ou l'hélium);
- Faire une aération (soit naturelle, soit forcée) ;
- Consigner tous les équipements électriques.
- Ci-dessous, quelques photos de travaux effectués lors d'une maintenance préventive.



**Figure II.2** : Meulage (sur échafaudage)



**Figure II.3 :**Levage mécanique (avec grue)



**Figure II.4 :**Soudage (en hauteur)



**Figure II.5 :** Balisage de la zone concernée par les travaux

### **II.2.1 Inventaire des risques encourus lors des travaux de maintenance préventive sur les équipements statiques par le personnel GNL2/Z**

#### **II.2.1 Risques généraux**

Des travaux de maintenance sont effectués dans tous les postes de travail et dans tous les secteurs de l'industrie.

Les travailleurs chargés des activités de maintenance risquent de développer les maladies suivantes:

- des troubles musculo-squelettiques (TMS), lorsque ces tâches les amènent à se pencher ou à prendre des postures inconfortables, éventuellement dans des conditions environnementales difficiles (par exemple, le froid);
- des problèmes respiratoires liés à l'exposition aux produits chimiques.
- des maladies cutanées ou respiratoires dues au contact avec des substances dangereuses (graisses, solvants, corrosifs et poussières);
- asphyxie dans les espaces confinés;
- Ils sont également exposés à de nombreux types de risques d'accident (chutes, chocs avec une pièce de machine, etc.).

## Chapitre II : Etude Pratique

---

Les activités de maintenance vont d'interventions tout à fait mineures à des actes majeurs.

Qu'elle soit minime ou importante, cette tâche peut avoir un impact sérieux sur la santé et la sécurité, non seulement des travailleurs qui l'effectuent, mais aussi des autres, comme le montrent les exemples suivants :

Un accident/une blessure peuvent survenir pendant le processus de maintenance :

- Les travailleurs procédant à la maintenance d'une machine peuvent être blessés si la machine est accidentellement mise en marche, ils peuvent être exposés à des rayonnements ou des substances dangereuses, être frappés par une partie mobile de la machine ou risquer de développer des TMS ;

Une maintenance de piètre qualité peut créer des problèmes de sécurité

- Utiliser de mauvaises pièces pour les remplacements et les réparations peut entraîner des blessures et des accidents sérieux, mais aussi en dommager l'équipement ;
- Le manque de maintenance risque non seulement de réduire la durée de vie de l'équipement, mais peut également entraîner des accidents, par exemple, un dégât non réparé au sol d'un entrepôt peut causer un accident de chariot élévateur, blessant l'opérateur et les personnes à proximité, et endommageant les marchandises déplacées. [27]

Nous trouvons aussi de différents risques qui concernent :

### **II.2.2 L'environnement, l'ambiance de travail**

-Les risques liés aux produits potentiellement présents dans l'environnement de travail et au fonctionnement des équipements de travail environnant.

-L'ambiance de travail, bruyante, chaude ou froide, appauvrie en oxygène.

### **II.2.3 L'équipement**

-Risques liés à l'équipement et à son fonctionnement (pression, température, débit, etc.).

-Risques liés aux produits contenus dans l'équipement :

- Inflammable/explosible
- Comburant
- Toxique
- Corrosif
- Nocif, irritant, radioactif, etc.

### **II.2.4 La Co-activité**

-Risques liés aux interférences d'activités se déroulant simultanément dans une même zone.

### **II.2.5 L'intervention**

-Risques liés aux phases.

-Risques liés aux moyens mis en œuvre et à la façon de les utiliser.

## Chapitre II : Etude Pratique

L'établissement d'un plan de prévention et/ou de permis pour exécuter un travail, consiste en fait, après avoir fixé les différentes phases nécessaires à la bonne réalisation de ce travail, à déterminer l'ensemble des risques associés et mettre en place les moyens de prévention adaptés pour ces risques.

Le tableau ci-dessous englobe les principaux risques rencontrés sur chantier pendant les différentes phases de travail

**Tableau II.1 : Risques liés aux différentes phases de travail [27]**

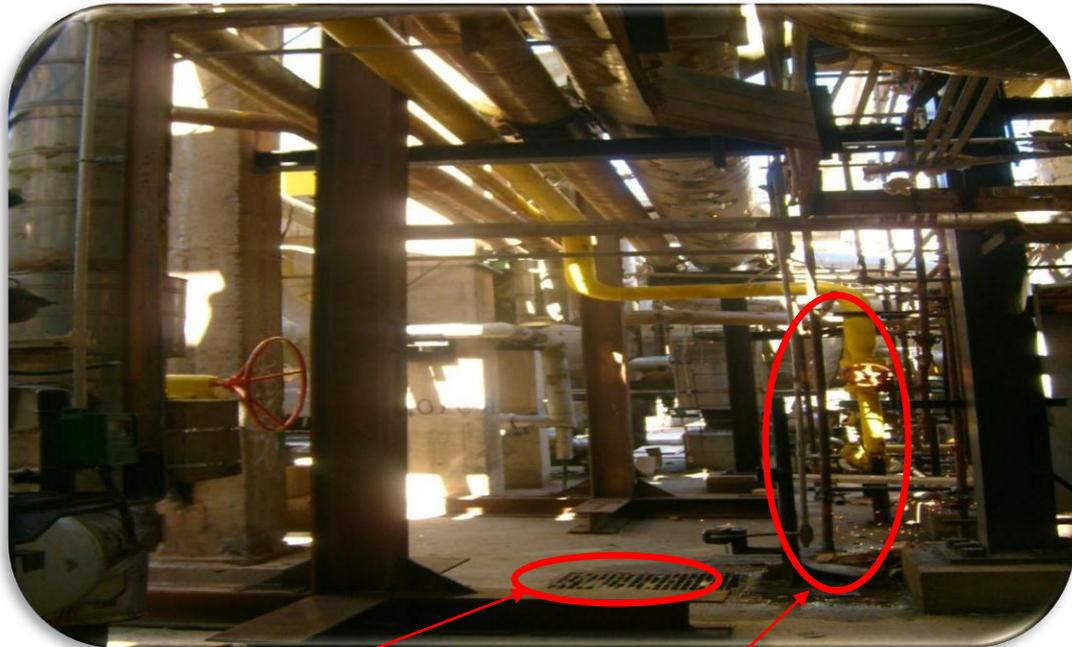
<b>Phases de travail</b>	<b>Risques encourus</b>
Circulation véhicule	-Collision -Détérioration des installations -Incendie
Déplacement de personnes	-Chutes de personnes (plan de circulation glissant, encombré, mal éclairé)
Levage manutention	-Chute des pièces -Renversement de charges -Enfoncement du sol -Détérioration des installations -Electrocution -Incendie
Travaux en hauteur	-Chute de personne -Chute d'objets
Travaux superposés	-Chute d'objets, déversement de liquide,..... sur personnel
(Dé) jointage	-Agression du corps (effet de la pression et de la température)
Meulage, soudage, sablage	-Projection particules, étincelles... -Eclatement de la meule -Brulures -Agression des yeux -Electrocution -Intoxication - Etincelles
Travaux à chaud	-Feu
Travaux dans capacités	-Asphyxie-Anoxie -Intoxication -Contusions -Chute de personnes -Chute d'objets -Electrocution -Rayons ionisants

**Tableau II.1 (suite)**

Travaux de fouilles	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Détérioration conduites (produits, câbles électriques)</li> <li>-Ensevelissement</li> <li>-Chute dans les tranchées</li> <li>-Asphyxie-noyade</li> <li>-Gaz ou liquide inflammables</li> </ul>
Peinture	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Projection de particules</li> <li>-Perforation</li> <li>-Intoxication</li> <li>-Incendie</li> </ul>
Nettoyage HP	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Projection</li> <li>-Perforation</li> <li>-Brulures</li> <li>-Eclatement flexible</li> <li>-Electrocution</li> </ul>
Travaux électriques, utilisation d'outillage électrique portatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Electrocution/électrisation</li> <li>-Brulures</li> <li>-Incendie</li> </ul>
Travaux de calorifuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Brulures</li> </ul>
Contrôles non destructifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Irradiation</li> <li>-Contamination</li> <li>-Intoxication</li> </ul>
Manutention manuelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lésion corporelles (contusions, coupures, lombalgies, écrasement,...)</li> <li>-Dégradation de l'objet</li> </ul>
Epreuves-Investigation sur tuyauteries et équipements	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Arrivée de produits</li> <li>-Rupture mécanique</li> <li>-Rupture de joints</li> </ul>

### II.3 Détection et analyse de quelques anomalies identifiées lors d'une maintenance préventive sur les équipements

Durant la période de notre stage au sein du complexe GNL2/Z, le train 500 était en maintenance préventive, donc nous avons pu prendre quelques photos et détecter les situations dangereuses suivantes.



Absence de bâche

Particules incandescentes

Lors des travaux de soudage sur un équipement (e.g. tour de lavage), la présence de particules incandescentes est un danger réel car ces dernières peuvent facilement enflammer un nuage gazeux se propageant dans les égouts. Ces égouts sont le point de rassemblement de toutes les purges des différents équipements (chaudière, échangeur, etc.). Il suffit seulement que les conditions d'inflammation d'une atmosphère explosible soient réunies pour qu'un incendie se déclare. Un retour de flamme dans le réseau d'égouts se produira causant de graves dommages.



Déchets de laine de verre issus du dé-calorifugeage

Câble électrique à proximité d'une flaque d'eau !



Câbles électriques à proximité de l'échafaudage



Echafaudage monté sur les tuyauteries



Présence d'objets sur l'échafaudage (risque de chute en plein pied, glissade)  
Encombrement des lieux de travail et les moyens d'accès de l'échafaudage sont inaccessibles



Encombrement des lieux de travail (risque de chute en plein pied) + présence de fils électriques (risque d'électrocution et d'électrisation)



Agent sous-traitant se déplaçant sur les gardes corps de l'échafaudage



Situation dangereuse ! Il ya un risque de chute en hauteur car la cabine de travail est attachée à la grue pour son utilisation comme moyen de travail en hauteur



Travaux superposés : il ya un risque de chute de personne et/ou d'objets



Encombrement des lieux de travail par les futs de MEA (Monoéthanolamine) dans la section de décarbonatation. En cas ou un accident est survenu, les voies de dégagement sont bloqués et donc les employés aurant des diffucultés à quitter le lieu de travail et à secourir les victimes.



La plupart des vannes sont inaccessibles, dans l'étape de la mise à disposition d'un équipement (isolement de l'alimentation en gaz naturel), l'employé trouve des difficultés à accéder à ces vannes.

L'opérateur doit monter et marcher sur les canalisations (hauteur 5 m, température intérieur égale à 400 °C « zone où le calorifuge est détérioré" ) pour ouvrir ou fermer ces vannes (en cas où il y a absence d'échafaudage).

### II.4 Analyse des accidents au GL2/Z

Dans cette partie, nous allons présenter les statistiques des accidents de travail des dernières années survenu au sein du complexe GL2/Z, dont le but est de définir l'état de la sécurité au niveau du complexe et pour déterminer les tâches à haut risques qui causent beaucoup d'accidents sur site.

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

- Elle permet d'identifier a priori les incidents ou accidents susceptibles de se produire à partir:
- Des accidents ou incidents s'étant déjà produits sur le site étudié,
- Des accidents survenus sur des installations comparables à celles étudiées.
- Elle met en lumière les causes les plus fréquentes d'accident et donne des renseignements précieux concernant les performances de certaines barrières de sécurité.
- Elle constitue une base de travail pertinente pour l'analyse des risques en groupe de travail qui devra identifier a priori des scénarios d'accidents.
- Au niveau de l'entreprise, l'enregistrement et le suivi des accidents est indispensable, mais il est généralement très utile de s'intéresser aussi aux accidents sans arrêt et aux incidents sans dommage corporel.

Parmi les éléments permettant de mesurer et de comparer la fréquence des accidents et leur gravité figurent des indicateurs dont le mode de calcul est défini par la législation. Les principaux indicateurs sont: [30]

$$\text{Taux de fréquence} = \frac{\text{Nombre d}^F\text{accidents} * 1\,000\,000}{\text{Nombre d}^F\text{heurs travaillées}}$$

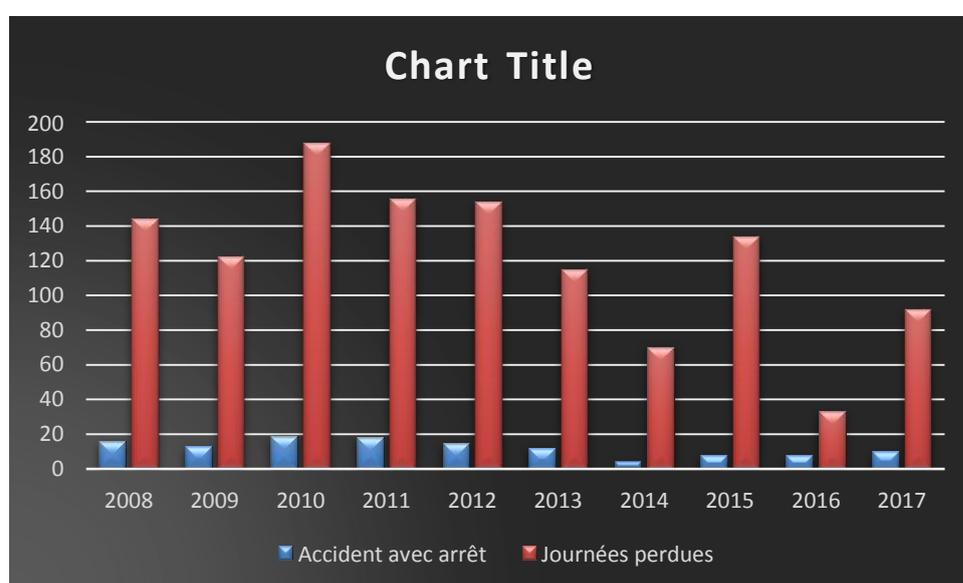
$$\text{Taux de gravité} = \frac{\text{Nombre de jours d}^F\text{arrêt} * 1\,000}{\text{Nombre d}^F\text{heurs travaillées}}$$

#### II.4.1 Evolution Des Accidents

Le tableau N°2 représente une évolution des accidents du travail sur une période de **10** années à partir de l'année **2008**.

**Tableau II.2 :** Evolution des Accidents Avec Arrêt et Journées Perdues durant les Années précédents[31]

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>ACCIDENT AVEC ARRÊT</b>	16	13	19	18	15	12	04	08	08	10
<b>JOURNEES PERDUES</b>	144	122	188	156	154	115	70	134	33	92



**Figure II.6 :** Evolution des accidents avec arrêt et les journées perdues

Durant cette période (2008-2017), nous avons enregistré **123** accidents de travail avec arrêt. Nous constatons que l'année **2010** représente le chiffre le plus élevé avec **188** jours perdus pour les **19** Accidents avec arrêts enregistrés.

Le chiffre le plus bas des accidents (**04**) avec arrêts a été enregistré en 2014 et celui des journées perdues (**33**) en 2016.

### II.4.2 Statistiques D'accidents Des 05 Années

Le tableau ci-dessous donne les bilans des accidents des années avec leurs taux de fréquences et de gravités.

**Tableau II.3** : Evolution des accidents des 05 années [31]

Année	Nombre Accidents avec arrêt	Nombre Accidents sans arrêt	Nombre Total Accidents	Nombre d'heures travaillées	Nombre de jours perdus	Taux de fréquences	Taux de gravité
<b>2013</b>	12	52	64	1.869.365	115	6,16	0,059
<b>2014</b>	04	36	40	1 945 170	70	2,02	0,036
<b>2015</b>	08	28	36	1.921.626	134	4,75	0,07
<b>2016</b>	08	43	51	1.978.770	33	4,46	0,018
<b>2017</b>	10	26	36	1.967.561	92	5,17	0,046
<b>Total</b>	42	185	227	9.682.492	444	22.56	0.229
<b>Moyen</b>	08	37	46	1.936.499	89	4.51	0.06

L'analyse des statistiques des accidents de travail des cinq années permet de noter une forte diminution du taux de fréquence de l'année **2013** (TF=**6.16**) à l'année **2014** (TF=**2.02**) ensuite, il y a eu une augmentation considérable jusqu'à **2017** qui atteint **5.17**.

Concernant les taux de gravité, on remarque une importante diminution de **0.059**(2013) à **0.018**(2016) qui est un bon indice de sécurité.

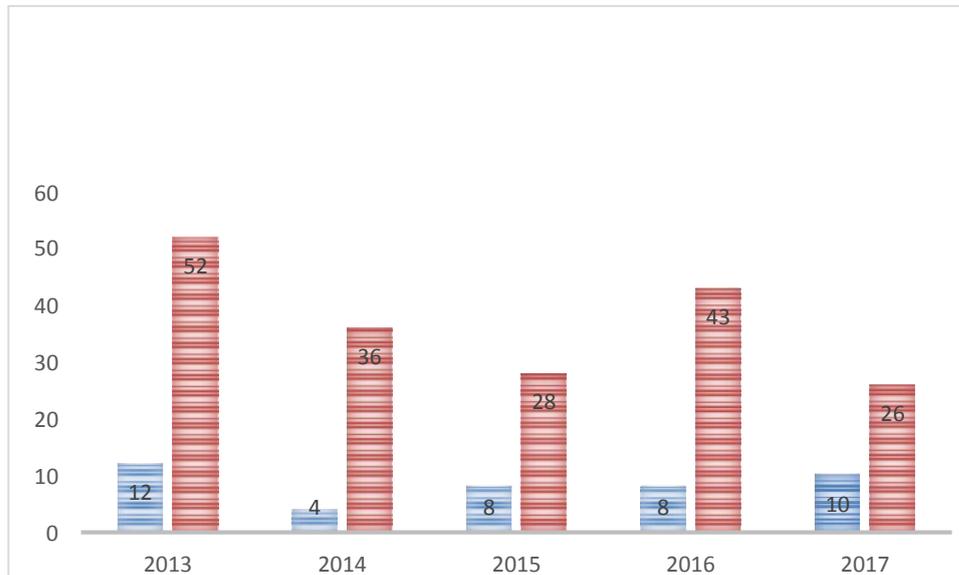
L'analyse des chiffres du nombre total des accidents de travail, qui donnent en pratique une indication directe du niveau de sécurité au complexe, est de **42** accidents enregistré durant les cinq années et qui dépassent les objectifs assignés soit 0 accident / an.

Le nombre des accidents de travail a marqué une baisse depuis **2013** (avec un chiffre de 64 accidents) jusqu'à **2017** (Avec 36 accidents),

Quant aux journées perdues, une diminution est enregistrée de **115** (2013) à **70**(2014), puis on enregistre une augmentation jusqu'à 134 journées perdues (2015), 2016 est marquée par une forte diminution des journées perdues avec seulement 33 journées perdues qui est un bon chiffre par rapport aux autres années est (les journées perdues influent directement sur le taux de gravité).

## II.4.3 Répartition Des Accidents Des 05 Années

### II.4.3.1 Répartition accidents par nature (Avec/Sans arrêt)



**Figure II.7 :** Evolution des accidents avec arrêt et journées perdues durant 05 années

La sécurité ne se limite pas seulement à réduire les accidents de travail avec arrêt qui influent directement sur l'état de la sécurité du complexe (taux de fréquence et taux de gravité), mais une grande attention est accordée également aux accidents n'ayant pas engendrés des arrêts de travail et qui demeurent une préoccupation aussi importante.

Dans cette période (2013-2017), nous avons enregistré **42** accidents de travail avec arrêt.

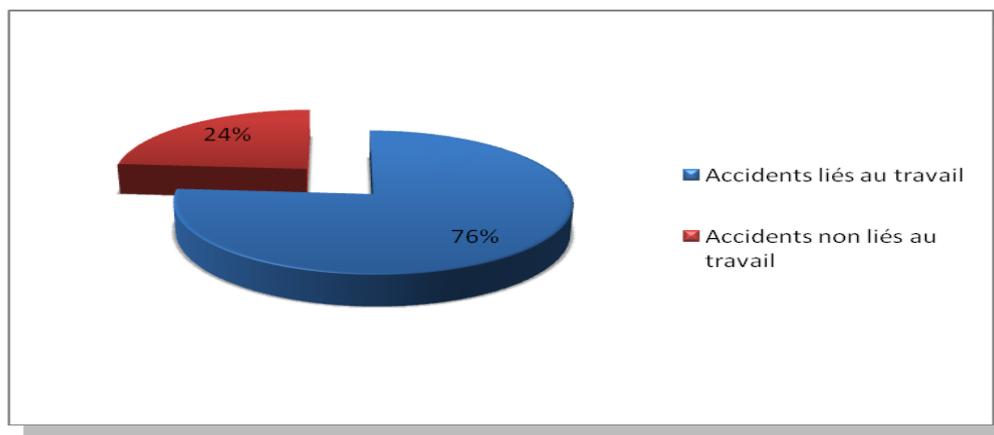
Le chiffre le plus bas a été enregistré en 2014 (**04**), le plus haut a été enregistré en 2016 (**48**).

### II.4.3.2 Répartition des accidents par type

Les accidents enregistré dans le complexe sont de deux nature : ceux liés au travail (travaux de maintenance, production et techniques) et ceux non liés au travail (sport, accidents de circulation, départements).

**Tableau II.4 :** Pourcentages des accidents survenus durant les 05 années  
Selon le type[31]

Année	Total accidents de travail	Accidents liés au travail		Accidents non liés au travail	
		Nombre	%	Nombre	%
2013	64	44	68.75	20	31.25
2014	40	32	80	08	20
2015	36	30	83.33	06	16.66
2016	51	36	70.60	15	29.40
2017	36	31	86.11	05	13.88



**Figure II.8 :** Comparaison des accidents liés et non liés au travail

Durant les cinq années, pour une moyenne annuelle d'accidents de travail de **42** ceux liés à l'exécution d'une tâche (exploitation, maintenance à l'atelier ou sur installations avec permis de travail), et qui représentent **76%**. Ce chiffres s'explique par le fait que les travaux ne sont pas soumis ou ont un manque de certaines barrières de sécurité (procédures de travail, consignes de sécurité, matériels de sécurité, etc.).

Quant aux accidents non liés au travail qui représente seulement **24%**et qui n'ont pas un cadre officiel de travail donc non contrôlés et dépendent du comportement de l'individu lui-même.

**Exemples d'accidents**

▪ **Accidents non liés à un ordre de travail :**

Au bâtiment ADM, l'agent a glissé suite à une flaqué d'eau présente sur sol (Etat du sol).  
Glissade lors de la monte des escaliers de la cuisine.

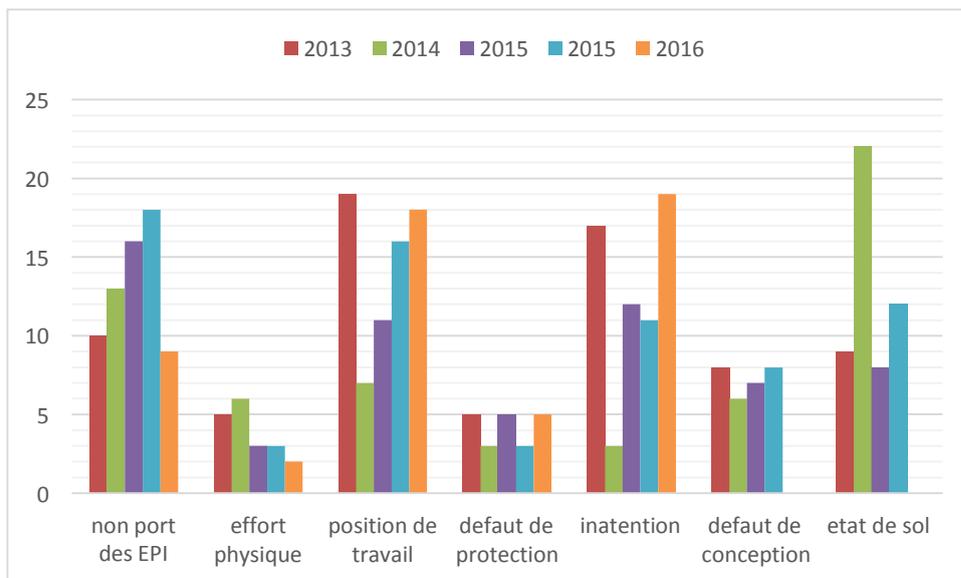
### ▪ Accidents liés à un ordre de travail :

Lors des travaux de soudure au niveau du train 300, le soudeur s'est brûlé par la flamme du chalumeau.

Un accident avec arrêt de 25 jours du a un flash électrique sur le visage et les mains d'un opérateur.

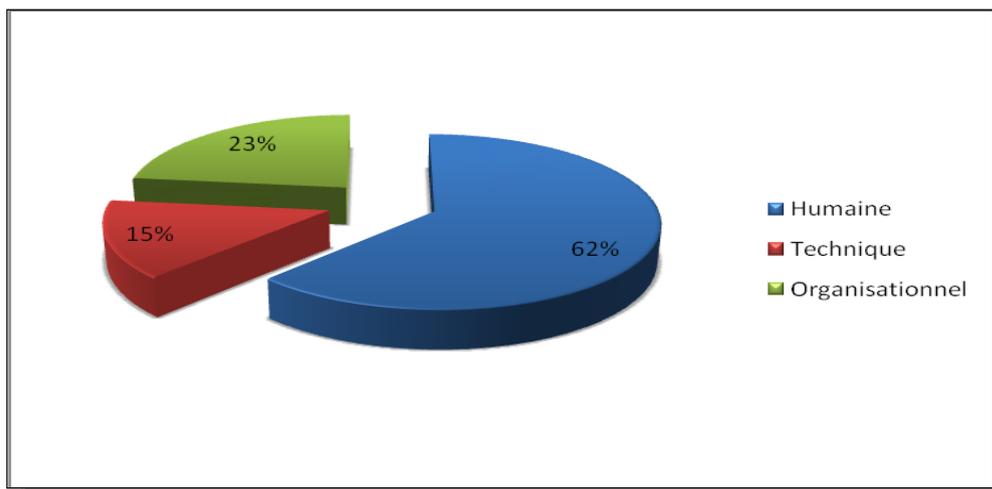
### II.5 Analyse des causes des accidents

Suit à l'étude des causes de ces accidents au long des 05 années, les causes principales de ces



accidents sont analysés en détail comme suit :

**Figure II.9 :** Répartition des accidents de travail par causes



**Figure II.10 :** Répartition des accidents par nature des causes

La plupart des accidents survenus au complexe sont dus à des causes respectivement :

Humaines (48%)

Lié aux équipements (17%)

Organisationnel (35%)

La défaillance humaine présente un pourcentage élevé des causes des accidents survenus au sein du complexe. D'où la nécessité de prévoir des mesures pour la prise en charge et le suivi de ce facteur très important.

Les statistiques, données dans la première partie, présentent le bilan des accidents des 05 années du personnel **SONATRACH** du complexe seulement.

Les écarts concernant les accidents du travail sont plus important chez le personnel des entreprises sous-traitantes, donc nous avons trouvé dans l'obligation de faire un bilan des accidents des entreprises sous-traitantes selon la fonction, la nature des accidents et enfin les causes de ces accidents.

### **II.6 Les accidents de travail du personnel des entreprises extérieures**

Nous donnant d'abord quelques définitions :

#### **Entreprise utilisatrice :**

(Abréviation **EU**) entreprise qui utilise les services des entreprises extérieures. Dans notre cas, l'entreprise utilisatrice est le complexe **GL2/Z**.

#### **Entreprise Extérieure :**

Entreprise extérieure (EE) qui effectue des prestations au profit d'une autre entreprise extérieure sur le site de l'entreprise utilisatrice.

#### **II.6.1 Principales entreprises extérieures intervenantes au niveau du complexe**

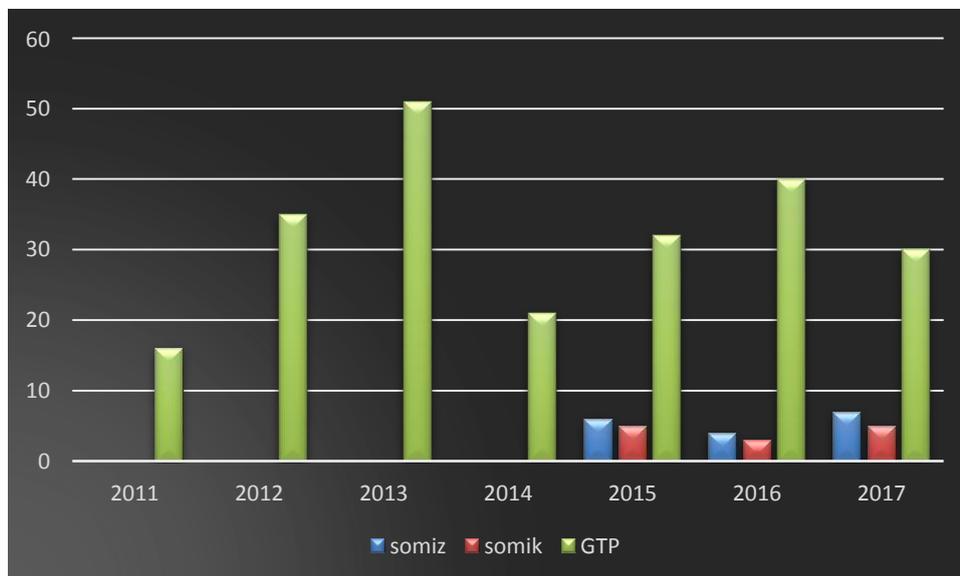
Les différentes entreprises extérieures qui interviennent dans le secteur des travaux au niveau du complexe **GL2/Z** ainsi que leurs activités principales et le nombre de leurs effectifs sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau II.5:** Les différentes entreprises sous-traitantes intervenant au complexe GL2/Z [31]

Entreprise	Nombre D'effectif	Nature De L'activité
SOMIZ	Variable Selon les travaux à effectués	Maintenance Industrielle (Soudage, Montage d'échafaudage, calorifugeage....)
SOMIK	Variable Selon les travaux à effectués	Maintenance Industrielle
ISQ	Variable Selon les travaux à effectués	Contrôle Non Destructif (CND) des équipements
GTP	Variable Selon les travaux à effectués	Maintenance Industrielle

### II.6.2 Répartition des accidents de travail par entreprise

On donne dans ce qui suit les statistiques et le nombre d'accidents de travail générés par



quelque entreprises sous-traitantes.

**Figure II.11 :** Répartition des accidents de travail par Sous-traitant

Les agents **SOMIZ** sont plus exposés aux accidents avec un chiffre de 234 accidents de travail durant les sept années et c'est dû essentiellement au fait que la société sous-traitante SOMIZ a effectué la plupart des travaux lors des maintenances préventives.

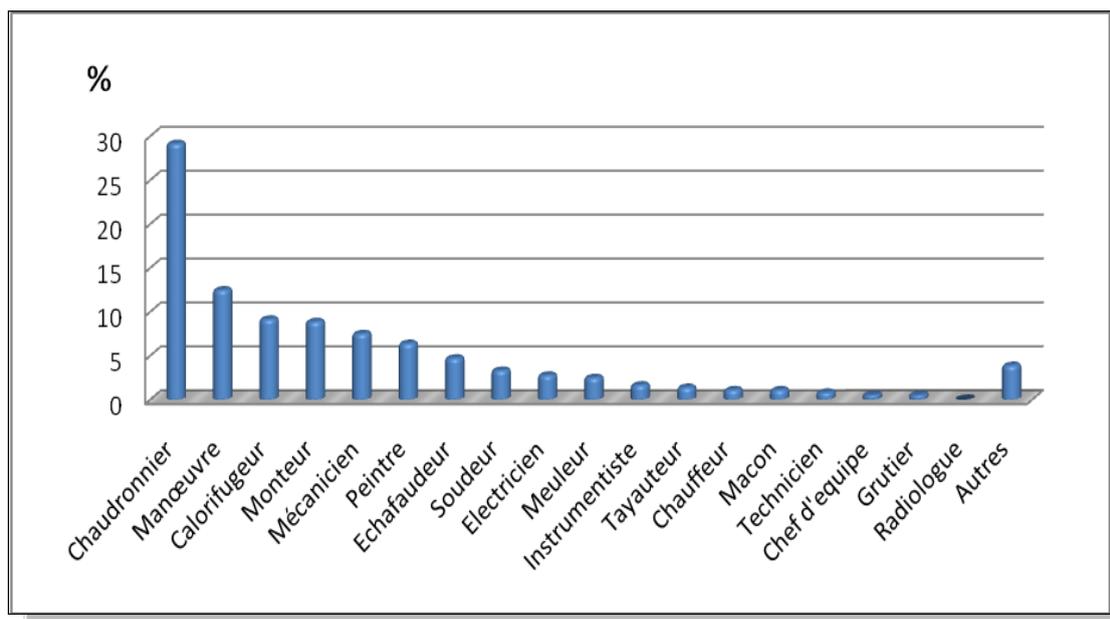
## Chapitre II : Etude Pratique

### II.6.3 Statistiques des accidents de travail selon la fonction

Comme le montre le tableau suivant, dans les sept années il y a eu **369** accidents de travail, causés par les entreprises sous-traitantes, classé selon la fonction comme suit :

**Tableau II.6:** Bilan des accidents selon la fonction durant des sept années [31]

Fonction	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	%
<b>Chaudronnier</b>	08	26	17	07	14	16	17	29.16
<b>Manœuvre</b>	03	02	14	07	10	02	07	12.5
<b>Calorifugeur</b>	01	02	03	02	10	12	03	9.16
<b>Monteur d'échafaudage</b>	03	01	04	01	05	07	11	8.88
<b>Mécanicien</b>	00	05	10	05	04	05	8	7.5
<b>Peintre</b>	04	02	03	03	01	03	7	6.39
<b>Echafaudeur</b>	01	00	04	02	02	05	03	4.72
<b>Soudeur</b>	01	00	04	01	02	02	02	3.33
<b>Electricien</b>	01	01	01	00	00	03	04	2.77
<b>Meuleur</b>	00	01	02	01	02	02	01	2.5
<b>Instrumentiste</b>	01	01	02	00	00	01	01	1.66
<b>Tuyauteur</b>	00	00	01	01	02	00	01	1.39
<b>Chauffeur</b>	00	00	00	01	00	00	02	1.11
<b>Macon</b>	01	00	00	00	00	00	03	1.11
<b>Technicien</b>	00	01	00	00	00	01	01	0.83
<b>Grutier</b>	00	00	00	01	01	00	02	0.55
<b>Chef d'équipe</b>	00	00	00	00	02	00	02	0.55
<b>Radiologue</b>	00	00	00	00	00	00	00	00
<b>Autres</b>	05	01	01	01	01	02	03	3.89
<b>Total</b>	30	43	66	33	58	61	78	<b>100</b>



**Figure II.12** : Répartition des accidents de travail selon la fonction

L'étude des tableaux au-dessus a permis de connaître les fonctions dont la fréquence des accidents est considérable. Comme le pourcentage d'accidents signifie la fréquence de ce dernier, on a pu classer les fonctions les plus génératrices d'accidents :

- Chaudronnier : 29.16%
- Manœuvre : 12.5%
- Calorifugeur : 9.16%
- Monteur d'échafaudage : 8.88%
- Mécanicien : 7.5%
- Peintre : 6.39%

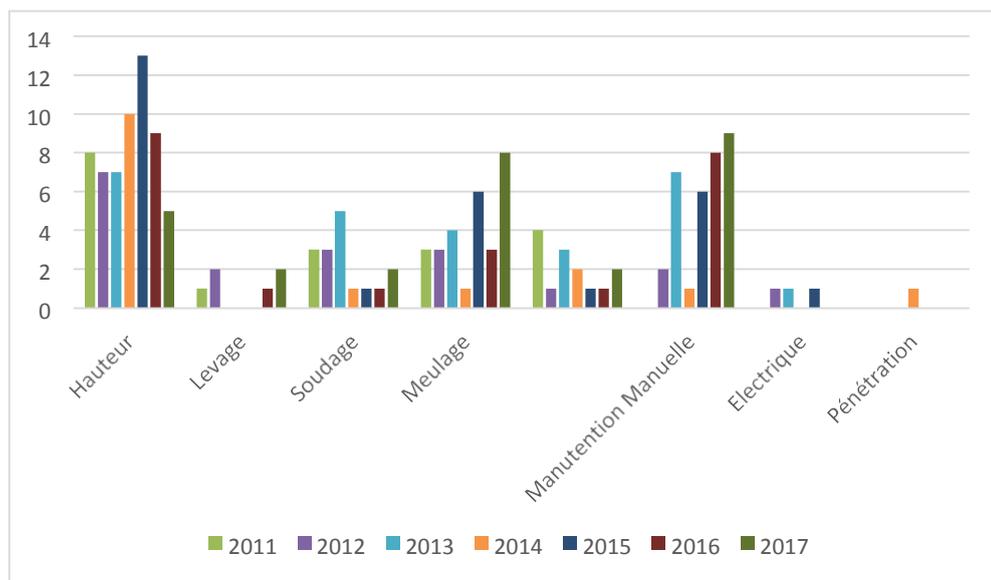
### II.6.4 Statistiques des accidents de travail selon la nature

Après avoir fait une analyse des accidents selon la fonction, nous avons fait une analyse selon la nature des travaux. Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

## Chapitre II : Etude Pratique

**Tableau II.7:** Répartition des accidents selon la nature des travaux [31]

Travaux Année	Hauteur	Levage	Soudage	Meulage	Peintur e Et Sablage	Manutention Manuelle	Electrique	Pénétration
<b>2011</b>	08	01	03	03	04	00	00	00
<b>2012</b>	07	02	03	03	01	02	01	00
<b>2013</b>	07	00	05	04	03	07	01	00
<b>2014</b>	10	00	01	01	02	01	00	01
<b>2015</b>	13	00	01	06	01	06	01	00
<b>2016</b>	09	01	01	03	01	08	00	00
<b>2017</b>	05	02	02	08	02	09	00	00
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>06</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>33</b>	<b>03</b>	<b>01</b>

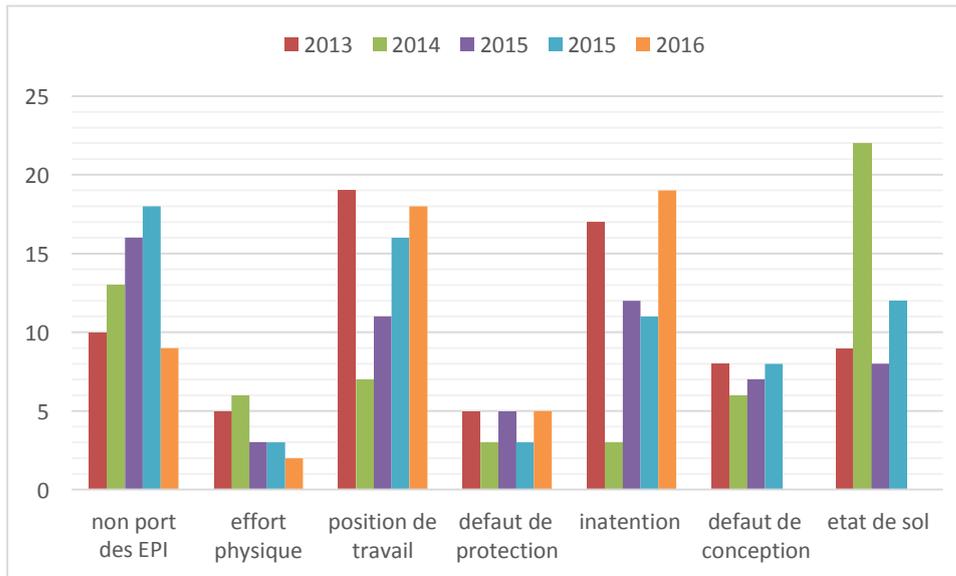


**Figure II.13 :** Répartition des accidents par nature des travaux

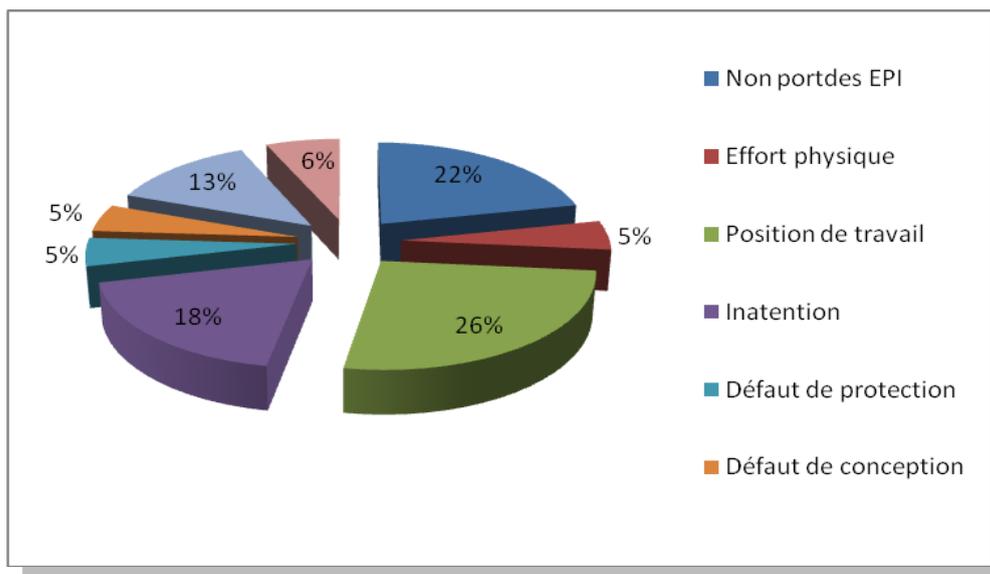
D'après les résultats regroupés dans la figure II.13, nous remarquons un chiffre d'accidents trop élevé, par rapport aux autres activités, des accidents survenus en hauteur et c'est du à plusieurs causes et anomalies que nous avons détecté lors de notre.

### II.6.5 Analyse des causes des accidents de travail

L'analyse des statistiques des accidents de travail pour les sous-traitants (de 2013 à 2016), met en relatif les principales causes représentées sur l'histogramme ci-dessous :



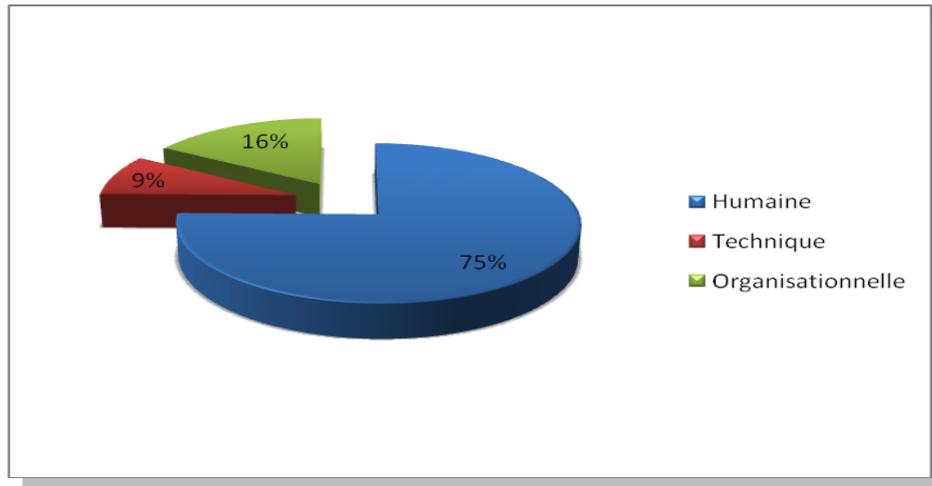
**Figure II.14 :** Répartition des accidents par causes



**Figure II.15 :** Répartition des causes des accidents avec pourcentage

Les causes d'accidents ayant le pourcentage le plus élevé enregistrés durant la période 2013-2016 sont données ci-après :

- Position de travail : 26% (e.g. lors du mauvais soulevement d'une charge par l'employé, ce dernier peut avoir mal au dos).
- Non port des EPI : 22% (e.g. lors du meulage, la plupart des meuleurs ne portent pas leur EPI par exemple les lunettes de sécurité c'est à ce fait que nous trouvons beaucoup d'accidents ou l'employé reçoit des grains incandescents directement dans l'œil).
- Inattention : 18% (e.g. quand l'employé monte sur l'échafaudage, ce dernier peut être contrarié par son collègue alors il peut faire une chute en plein pied).



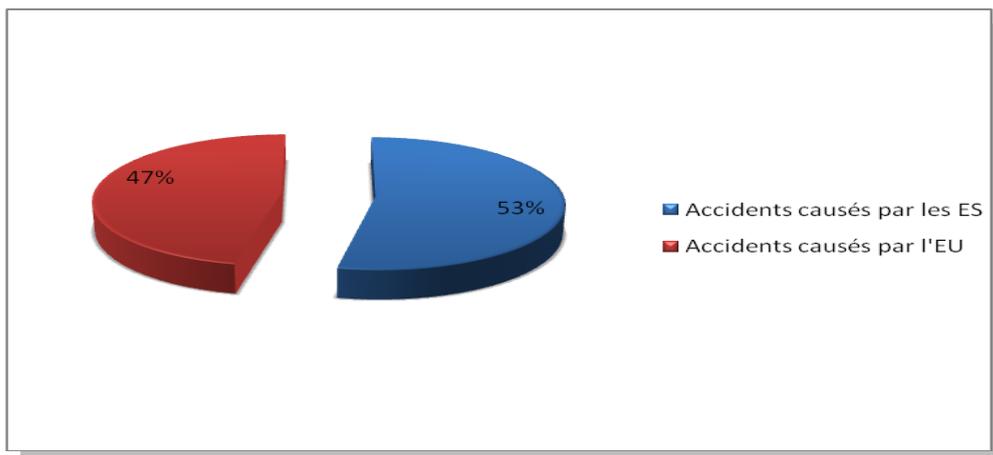
**Figure II.16 :** Répartition des accidents par nature de cause

La figure II.16 donne la répartition des causes des accidents.

La remarque qu'on doit faire d'après les résultats obtenus, est que chaque employé dans l'entreprise est exposé à des risques particuliers suivant la fonction qu'il occupe, d'où se différencient les causes des accidents survenues.

Les tableaux au-dessous illustrent les causes probables des accidents de travail au niveau de chaque fonction :

### II.7 Comparaison des accidents générés par le complexe GL2/Z et ceux des entreprises extérieures



**Figure II.17 :** Comparaison des pourcentages des accidents causés par l'EU et les EE

Sur le total de **408**d'accidents de travail des cinq années, **53%** sont générés par les Entreprises Extérieures (SOMIZ, SOMIK, GTP), inférieur par rapport à ceux générés par l'entreprise utilisatrice (GL2/Z), on note qu'on n'a pas pris en compte toute les entreprises extérieures mais celles qui interviennent fréquemment au niveau du complexe : **SOMIZ, SOMIK, GTP** car c'est

## Chapitre II : Etude Pratique

les principales entreprises qui génèrent le plus grand nombre d'accidents lors des maintenance.

**N.B :** les accidents données ci-dessus ont été enregistrés lors de la maintenance préventive du train 500.

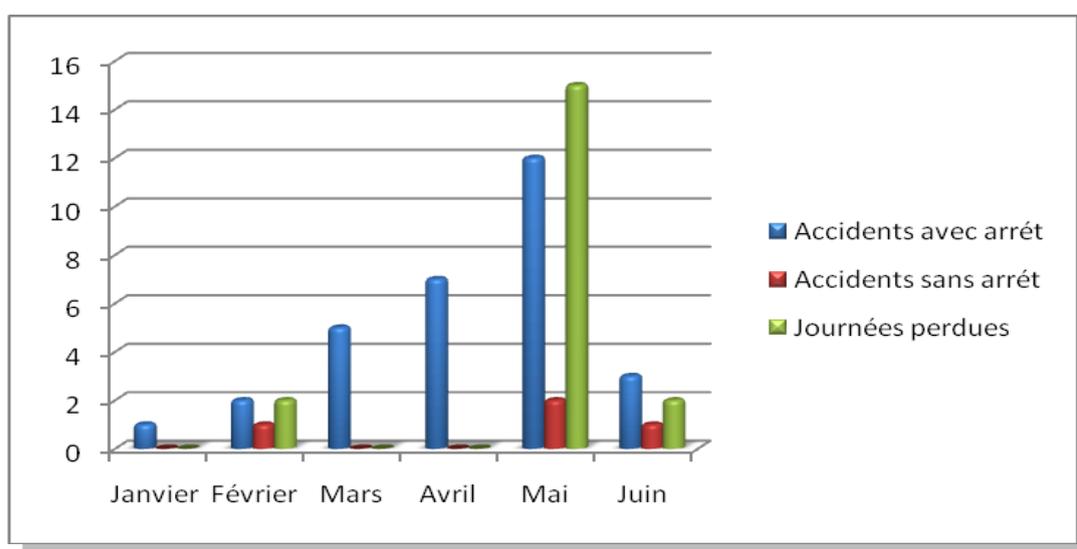
### II.8 Analyse des accidents de travail du premier semestre 2017

#### II.8.1 Bilan des accidents pour le premier semestre 2017

Dans ce qui suit, nous donnerons le bilan des accidents ainsi que leurs causes pour la période du 1<sup>er</sup> semestre de l'année 2017.

**Tableau II.8 :** Bilan des accidents du 1<sup>er</sup> semestre 2017 [31]

Mois	Accidents sans arrêt	Accidents avec arrêt	Nombre de journées perdues
Janvier	01	00	00
Février	02	01	02
Mars	04	00	00
Avril	06	00	00
Mai	11	01	05
Juin	03	01	02
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>04</b>	<b>19</b>



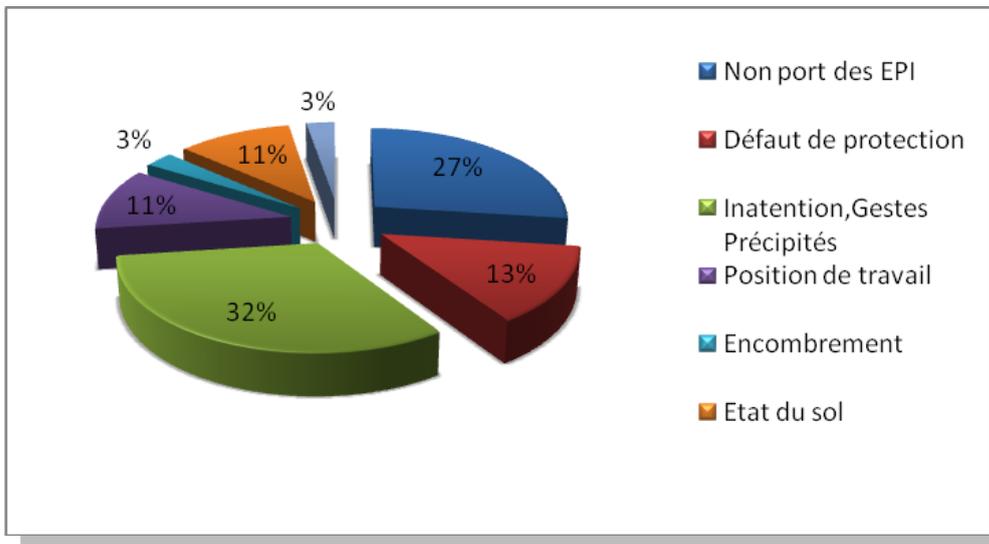
**Figure II.18 :** Répartition des accidents du 1<sup>er</sup> semestre 2017

Durant le 1<sup>er</sup> semestre de l'année 2017, le complexe a enregistré **34** accidents de travail dus aux

## Chapitre II : Etude Pratique

ES. Parmi ces accidents, **30** sans arrêt et **04** accidents avec arrêt avec **19** journées perdues.

### II.8.2 Analyse des causes accidents

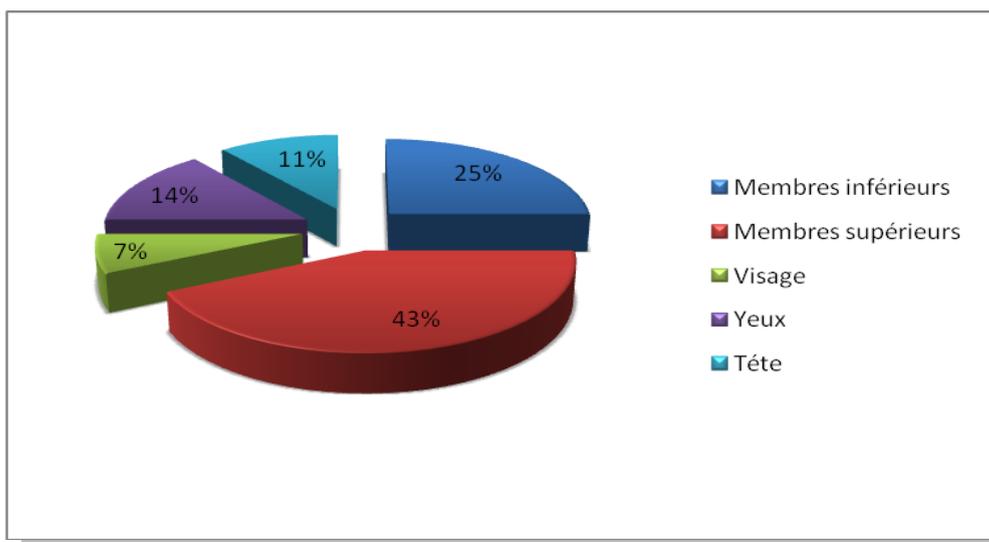


**Figure II.19 :** Répartition des accidents par cause

La représentation graphique II.18 montre que les accidents de travail survenus durant le premier semestre de l'année 2017 sont principalement causés par :

- Inattention et gestes précipités (défaillance humaine);
- Le non port des EPI (défaillance humaine) ;
- Défaut de protection (défaillance matérielle).

Qui enregistrent les pourcentages les plus élevés, soit respectivement **32%**, **27%** et **13%**.



**Figure II.20:** Répartition des accidents par sièges de lésion

La figure II.19 ci-dessus montre que le non port et/ou l'état des EPI sont une cause principale d'accidents.

### II.9 Evaluation des risques liés aux travaux de maintenance préventive sur les équipements

Le but de cette partie est l'identification et évaluation des risques liés aux différents travaux sur chantier qui représente un degré de gravité élevé afin de prévenir les préjudices personnels et les atteintes à la santé des parties intéressées.

L'analyse des accidents au sein du complexe a montré que les activités de maintenance sont accidentogènes. Une des recommandations importantes est l'évaluation des risques liée à ces activités. Le modèle de cette évaluation est inspiré de celui de la méthode JOB SAFETY ANALYSIS, **JSA**.

#### **Poste : Travaux en hauteur**

- Montage de l'échafaudage ;
- Accès à l'échafaudage ;
- Effectuer les travaux ;
- Démontage de l'échafaudage.

#### **Poste : Sablage et Peinture**

**Description :** Préparation de la surface d'ouvrages métalliques puis appliqué sur cette surface des revêtements de protection et de finition.

Les taches du poste Sablage et peinture sont comme suite :

- Préparation du matériel de travail (Seaux de peinture, pistolet de peinture, etc.) ;
- Montage d'échafaudage ;

Décape et dépeussière la surface à peindre à la brosse, au grattoir, à la ponceuse, au pistolet à aiguille, en projetant un abrasif (peintre sableur) ou par lessivage. Le sablage nécessite le port de protections spéciales. Les abrasifs sont à base de laitiers, de cendre ou sableux, mais contiennent 5% au plus de silice libre. Lors du décapage thermique, la peinture est brûlée au chalumeau ou ramollie au pistolet à air chaud puis raclée au grattoir. Peut effectuer aussi un décapage chimique ;

- Applique la peinture à la brosse, au rouleau ou au pistolet en plusieurs couches (anticorrosion puis finition) ;
- Démontage de l'échafaudage après fin des travaux ;
- Nettoyage du matériel à l'aide de solvants organiques.

#### **Poste : Soudage**

Les taches du poste Soudage sont comme suite :

1. Préparer les machines et l'outillage de soudage ;
2. Montage de l'échafaudage ;

## Chapitre II : Etude Pratique

---

3. Préchauffer l'équipement à souder ;
4. Régler les paramètres de soudage ;
5. Nettoyer les bords à souder ;
6. Etuver les électrodes ;
7. Souder ;
8. Meuler entre les passes de soudures ;
9. Contrôler visuellement la finition des soudures ;
10. Réparer les joints défectueux ;
11. Démontage de l'échafaudage après fin des travaux.

### **Poste : Meulage**

Les taches du poste Soudage sont comme suite :

1. Préparation du matériel (meule) ;
2. Montage de l'échafaudage ;
3. Préparation de la surface ;
4. Meulage.
5. Démontage de l'échafaudage.

### **Poste : Pénétration dans un espace confiné**

1. Préparation du matériel de travail (selon les tâches à effectuer, e.g soudage, nettoyage, etc.) ;
2. Montage de l'échafaudage ;
3. Port des ARI ;
4. Mesures d'atmosphère (taux d'oxygène, taux de gaz, toxicité du milieu) ;
5. Placer les extracteurs d'air ;
6. Placer la ventilation forcée ;
7. Pénétration dans l'espace confiné ;
8. Démontage de l'échafaudage.

### **II.9.1 La Méthode D'évaluation des risques**

La classification des risques se fera selon les trois catégories de risque suivantes : [32]

**a) Risque critique :** l'action requise est de surveiller les procédures et le plan des contrôles pour réduire les risques supplémentaires. Objectifs de mise en œuvre et évaluer la priorité d'accord

**b) Risque moyen :** l'action requise est Mettre en œuvre des mesures de contrôle pour réduire le risque au plus bas niveau raisonnablement possible

**c) Risque faible :** l'action requise est de préparer un plan pour réduire le risque pour le niveau le plus bas raisonnablement possible.

### II.9.2 Echelles de probabilité et de gravité [32]

Les échelles de probabilité et de gravité, utilisées pour une évaluation quantitative simplifiée des risques, doivent être adaptées à l'installation étudiée. Les tableaux suivants présentent des échelles de cotation en probabilité et gravité sont utilisé pour analyse des risques liées aux travaux au niveau du GL2/Z.

**Tableau II.9 :** Echelle de cotation de la probabilité du complexe GL2/Z

Niveau de Probabilité	Probabilité	Commentaires
1	Improbable	Peu vraisemblable ou jamais rencontré
2	Rare	Pouvant survenir une fois sur les lieux de travail
3	Possible	Pouvant se produire une fois/an sur le lieu de travail
4	Inévitable	Pouvant se produire plusieurs fois/an sur le lieu de travail

**Tableau II.10 :** Echelle de cotation de la gravité du complexe GL2/Z

Niveau de Gravité	Gravité	Effet sur la Personne
1	Négligeable	Pas Ou Peu De Dommage
2	Significatif	Dommages Faibles
3	Sérieux	Dommages Réversibles (Entrainant souvent des arrêts de travail)
4	Majeur	Dommage Irréversibles (Incapacité Partielle Ou Totale-Décès)

### II.9.3 Le choix de la grille de criticité [32]

La grille de criticité permet de définir les couples (Probabilité ; Gravité) correspondant à des risques jugés inacceptables.

L'objet de cet outil est bien entendu de mettre en lumière ces risques jugés inacceptables afin d'envisager des actions prioritaires pour réduire leur probabilité ou leur gravité. La grille présentée ci-dessous est un exemple de grille utilisée par le complexe. Elle est compatible avec les échelles présentées dans les tableaux précédents.

**Tableau II.11 :** Classification du risque selon le complexe GL2/Z

Probabilité Du Dommage	Gravité Du Dommage			
	1 Négligeable	2 Significatif	3 Sérieux	4 Majeur
1 Improbable	1	2	3	4
2 Rare	2	4	6	8
3 Possible	3	6	9	12
4 Inévitable	4	8	12	16

<b>Risque Tolérable :</b> Pas d'action particulière	<b>Risque Substantiel :</b> Actions pour le réduire ou le supprimer	<b>Risque Intolérable :</b> Placer l'action ou l'activité sous surveillance avec une sensibilisation accrue
--	--	--

### II.9.4 Evaluation des risques existants lors des travaux

Après avoir fait des inspections et visites répétées sur site, nous avons détecté et évalué les risques liés aux travaux de maintenance préventive sur les équipements statiques ; les résultats de l'évaluation sont donnés dans les tableaux qui suivent.

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de montage et démontage d'échafaudage ..... folio1/18

3/Renversement d'échafaudage.	-Mauvais état des éléments de l'échafaudage (corrosion ...).  -Présence de matériels lourds sur les planchers.	-Blessures.  -Mort d'homme.	-Le montage d'échafaudage est effectué par une entreprise spécialisée.  -Sensibilisation des travailleurs sur les risques encourus lors des travaux en hauteur.  -Inspection visuelle des fixations d'échafaudages après le montage.  -Balisage de la zone de travail.	1	4	4	-Interdire la présence de charges lourdes sur le plancher.	1	2	2	
4/Effondrement de l'échafaudage	Idem 3.	Idem3.	Idem3.	1	4	4	Idem3.	1	2	2	

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux en hauteur .....folio2/18

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Chute de personne	-Déséquilibre. -Inattention.  -Non application des procédures et normes de travail.	-Blessures.	-Système permis de travail.  -Ceinture et harnais de sécurité.  -Présence de surveillant lors des travaux.	4	3	<b>12</b>	-Considérer l'application stricte et rigoureuse des procédures de travail.	1	3	<b>3</b>	
		-Mort d'homme.	-Eclairage adéquat des installations.	1	4	<b>4</b>	-Considérer l'obligation du port des EPI.  -Sensibilisation des intervenants sur les risques encourus lors des travaux en hauteurs.	1	2	<b>2</b>	
2/Chute d'objet	-Utilisation de plusieurs outils/équipements à la fois. -Outils non attachés.	-Blessures.  -Endommagement de matériels.	-Balisage de la zone de travail.  -Le matériel à utiliser est conservé dans une boîte à outil portative	2	4	<b>8</b>	-Utilisation des filets afin d'empêcher les chutes d'objets.	1	2	<b>2</b>	

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de sablage.....folio3/18

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Projection de substances abrasives (particules solides) causant des dommages sur les personnes présentes sur le lieu.	-Non -respect de la procédure de sablage.  -Appareil de sablage non étanche.	-Blessures.  -Agression des yeux.  - Inhalation des substances abrasives.	- Procédure de travail (permis de travail).  -EPI.  -Présence d'inspecteur sur le site.  -Présence de balisage et panneau de signalisation.  -Inspection des appareils utilisés en amont.  -Sensibilisation des travailleurs sur les risques encourus lors de cette opération.	3	3	9	-EPI adéquat.  -Formation des travailleurs sur l'opération de sablage.  -Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.	1	3	3	-Protection respiratoire adéquate. -Projection de substances abrasives à des vitesses supérieures aux valeurs énoncées dans la procédure.
2/Bruit	-Matériels utilisés et installations avoisinantes génèrent une nuisance supérieure à la norme admissible.	-Nuisance sonore.	-Protection auditive. -Sensibilisation	2	3	6	-Considérer la limitation de l'exposition prolongée au bruit.	1	3	3	-Considérer le port strict des protections auditives pour tout le personnel se trouvant dans la zone en question.

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de sablage (suite) ..... folio3/18

3/Présence d'ATEX.	-Mauvais isolement lors de la mise à disposition.	-Incendie. -Explosion.	- Système de permis de travail. -Procédure de mise à disposition. -Disposition d'extincteurs dans les lieux de travail. -Présence de surveillant. -Sensibilisation des intervenants.	1	3	3			-Poches de gaz non éliminées complètement.
4/Présence de câble électrique sous tension.	-Mauvais isolement lors de la mise à disposition. -Mauvais état du matériel utilisé.	-Electrisation. -Electrocution.	- Système de permis de travail. -Procédure de mise à disposition. -Inspection visuelle du matériel électrique et des accessoires (prise, câble,..). -Equipement et outils de travail conforme aux normes.	1	3	3			

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de peinture .....folio4/18

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Projection de peinture, solvants	-Non-respect de la procédure.  -Inattention.	-Irritation des yeux.	-Procédures de travail  -EPI.  -Balisage de la zone.  -Sensibilisation des intervenants.  -Présence d'un inspecteur sécurité.	1	3	3					-Ce danger est présent dans les phases : préparation et application de la peinture. Limitation de l'exposition prolongée.
2/Inhalation de solvant	-Présence de vapeur lors de l'opération.	-Intoxication.	-EPI.  -Sensibilisation des travailleurs sur les risques liés aux produits chimiques.  -L'étiquetage des différents produits chimiques utilisés.	1	3	3					-Idem1
3/Présence de vapeurs de solvants.		-Incendie. -Explosion.	-Système permis de travail. -Disposition d'extincteurs dans les lieux de travail. -Présence de surveillant. -Sensibilisation des intervenants.	1	4	4	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.	1	2	2	-Idem1

# Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de peinture(suite) ..... folio4/18

<p>4/Présence de câble électrique sous tension.</p>	<p>-Mauvaise isolement lors de la mise à disposition.</p> <p>-Mauvais état du matériel utilisé.</p>	<p>-Electrisation.</p> <p>-Electrocution.</p>	<p>-Système de permis de travail.</p> <p>-Procédure de mise à disposition.</p> <p>-Inspection visuelle du matériel électrique et des accessoires (prise, câble, etc.).</p> <p>-Présence d'inspecteur de sécurité pendant les travaux.</p> <p>-Equipement et outils de travail conforme aux normes.</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>3</p>					
---	---	---	--	----------	----------	----------	--	--	--	--	--

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de levage mécanique ..... folio5/18

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Chute de charge à soulever	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Déséquilibre de la charge.</li> <li>-Mauvais élingage.</li> <li>-Surcharge (charge dépasse la charge limite prescrite par le constructeur).</li> <li>-Soulèvement de plusieurs charges en même temps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Blessures/Mort d'homme.</li> <li>- Destruction de matériels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Procédures de levage.</li> <li>-Système de permis de travail.</li> <li>-Inspection annuelle des équipements utilisés (grue, etc.).</li> <li>-Interdiction d'utiliser la grue pour une vitesse de vent supérieure ou égale à 50 Km/h.</li> <li>-L'élingage est effectué par une entreprise spécialisée.</li> <li>-Vérification de l'état des élingues avant utilisation.</li> <li>-Retrait des élingues après utilisation.</li> </ul>	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Confirmation du poids de la charge à soulever.</li> <li>-Détermination du type d'élingues qui convient à la charge.</li> <li>-L'interdiction de transporter la charge au-dessus de personnes.</li> </ul>	1	3	3	

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de levage mécanique (suite)... folio5/18

2/Basculement de la grue.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mauvaise fixation de la grue.</li> <li>-charge de grande dimension.</li> <li>- Soulèvement brutale de la charge.</li> <li>- La vitesse du vent est supérieure à la valeur d'utilisation de la grue.</li> <li>- La surface (le sol) sur laquelle la grue est positionnée n'est pas solide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Basculement de la charge soulevée.</li> <li>-Chute de la charge à soulever.</li> <li>-Collision de la grue avec les installations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Procédures de travail.</li> <li>-Système permis de travail.</li> <li>-Présence de surveillant</li> <li>-Interdiction d'utiliser la grue pour une vitesse de vent supérieure ou égale à 50 Km/h.</li> </ul>	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Considérer l'application stricte et rigoureuse des procédures de travail</li> <li>-Inspection des points de fixation.</li> </ul>	1	2	2	
3/Contact avec des lignes aériennes sous tension.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mauvais guidage.</li> <li>-Transport de charge au voisinage d'installation électrique non isolées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rupture de câbles.</li> <li>-Coupure de courant.</li> <li>-Blessures/Mort d'homme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Respect de la distance minimale d'approche.</li> </ul>	1	4	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La conduite de la grue doit être effectuée par du personnels autorisé (habilité).</li> </ul>	1	2	2	

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de soudage.....folio6/18

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurités existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Projection de particules incandescentes causant des dommages sur les personnes présentes sur le lieu.	- Non port des EPI et/ou EPI inadéquats).  -Présence de personnes non concernées par l'activité sans EPI.	-Brulures.  -Inflammation des yeux.  -Cataracte.	-Travaux dans une zone sécurisée (bâches ignifugé, aération ; etc.).  -Utilisation des EPI pour la tache spécifiée (écran facial, lunettes, gant de protection, tablier de soudage, etc.).	4	3	12	-Considérer l'application stricte des procédures de travail.  -L'organisation de la Co-activité.  -Considérer l'obligation du port des EPI.	1	2	2	-Les personnels touchés sont les soudeurs et autres personnes réalisant des tâches sur le lieu même (Co-activité).
2/Dégagement de fumées toxiques causant des dommages sur les personnes présentes sur le lieu.	-Idem1.	-Irritation O.R.L (oto-rhino-laryngologie) -Asphyxie.	-Idem1.	3	3	9	-Considérer l'application stricte des procédures de travail -Port de masque aspirant. -Ventilation. -Accès interdit aux personnes non autorisées	1	2	2	-Les fumées dégagées varient selon le type de soudage.

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de soudage (suite) ..... folio6/18

3/Projection de particules incandescentes/en flammées.		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incendie.</li> <li>-Explosion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Travaux dans une zone sécurisée (bâches ignifugé, aération, etc.).</li> <li>-Balisage de la zone de travail.</li> <li>-Présence de surveillant des travaux.</li> <li>-Inspection des lieux de travail (faire des mesures d'atmosphère) et contrôle du matériel utilisé (les bouteilles) avant l'entame des travaux.</li> <li>-Isolement de la matière inflammable.</li> <li>-Permis de travail à chaud.</li> <li>-présence d'extincteur à proximité des lieux de travail.</li> </ul>	1	4	4	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.	1	3	3
--	--	---	--	---	---	---	---	---	---	---

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de soudage (suite) ..... folio6/18

4/Bruit	-Installation avoisinantes génèrent une nuisance supérieure à la norme admissible.	-Nuisance sonore.	-Protection auditive. -Sensibilisation	2	3	6	-Considérer la limitation de l'exposition prolongée au bruit.	1	3	3	-Considérer le port strict des protections auditives pour tout le personnel se trouvant dans la zone en question.
5/Contact direct ou indirect avec un câble électrique sous tension.	-Mauvais isolement lors de la mise à disposition.  -Mauvais état du matériel utilisé.	-Electrisation.  -Electrocution.	-Formation et sensibilisation.  -Inspection visuelle du matériel électrique et des accessoires (prise, câble, etc.).	1	3	3					

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de meulage ..... folio7/18

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque Résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Projection des particules abrasives (grains de meule) causant des dommages sur les personnes présentes sur le lieu.	- Non port des EPI et/ou EPI inadéquats).  -Présence de personnes non concernées par l'activité sans EPI processus de meulage.	-Blessures.  -Brûlures.  -Agression des yeux.	-Balisage de la zone de travail.  -Système permis de travail.  -EPI adéquats.  -Douche de sécurité proche des lieux de travail.	3	3	9	-Considérer l'application stricte des procédures de travail.  -L'organisation de la Co-activité- Considérer l'obligation du port des EPI.	1	2	2	
2/Projection des particules incandescentes		-Incendie. -Explosion.	-Balisage de la zone de travail.  -Système permis de travail. -Isolement de la matière inflammable.	1	4	4	-Considérer l'application stricte des procédures de travail.	1	2	2	
3/Eclatement du disque.	-Utilisation d'un disque non adéquat. -Absence de cache meule. -Mauvaise utilisation de l'appareil.	-Blessures.	-Contrôle du matériel utilisé en amont. -Procédures de travail (système permis de travail).	3	4	12	-Utilisation des disques adéquats. -Interdiction d'utiliser une meule sans cache.	1	3	3	

## Chapitre III : Partie Pratique

Nature de la tâche : Travaux de meulage (suite) ..... folio7/18

4/Bruit	-Matériels utilisés.  -Installation avoisinantes génèrent une nuisance supérieure à la norme admissible.	-Nuisance sonore.	-Protection auditive.  -Sensibilisation.	2	3	6	-Considérer la limitation de l'exposition prolongée au bruit	1	3	3	-Considérer le port strict des protections auditives pour tout le personnel se trouvant dans la zone en question.
5/Dégagement des fumés toxiques causant des dommages sur les personnes présentes sur le lieu.	-Non port des EPI et/ou EPI inadéquats).  -Présence de personnes non concernées par l'activité sans EPI processus de meulage.	-Irritation O.R.L (oto-rhino-laryngologie)  -Asphyxie.	-Système permis de travail.  -Utilisation des EPI pour la tâche spécifiée (masque facial, gants, combinaison, etc.).	3	3	9	-Considérer l'application stricte des procédures de travail.  -Port de masque aspirant.  -Ventilation.	1	2	2	
6/Contact avec la meule en rotation.	-Inattention.	-Blessures	-EPI adéquat.	1	4	4	-Manipuler la meule avec soin.	1	2	2	

## Chapitre III : Partie Pratique

**Nature de la tâche : travaux de meulage (suite).....folio7/18**

7/Contact direct ou indirect avec un câble électrique sous tension.	-Mauvais isolement électrique lors de la mise à disposition.  -Mauvais état du matériel utilisé.	-Electrisation.  -Electrocution.	-Formation et sensibilisation.  -Inspection visuelle du matériel électrique et des accessoires (prise, câble, etc.)	1	3	3				
---	--	--	---	---	---	---	--	--	--	--

**Nature de la tâche : Gammagraphie.....folio8/18**

Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Source radioactive	-Non surveillance de la source.  -Non remise de la source dans son coffret après travaux.  -mauvaise manipulation de la source radioactive.	-Irradiation.  -Contamination.  -affection thyroïdienne.  -affection testiculaire.	-Utilisation des écrans de protection.  -Balisage de la zone.  -Limitation du temps d'exposition.  -Surveillance médicale spéciale pour les intervenants exposés aux rayonnements ionisants.  -Vérification et contrôle des sources radioactives.  -Mettre des plaques signalétiques.	1	4	4	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.	1	3	3	

## Chapitre III : Partie Pratique

			-Formation des travailleurs. -Limitation des accès.							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nature de la tâche : Travaux de pénétration dans des espaces confinés... folio9/18

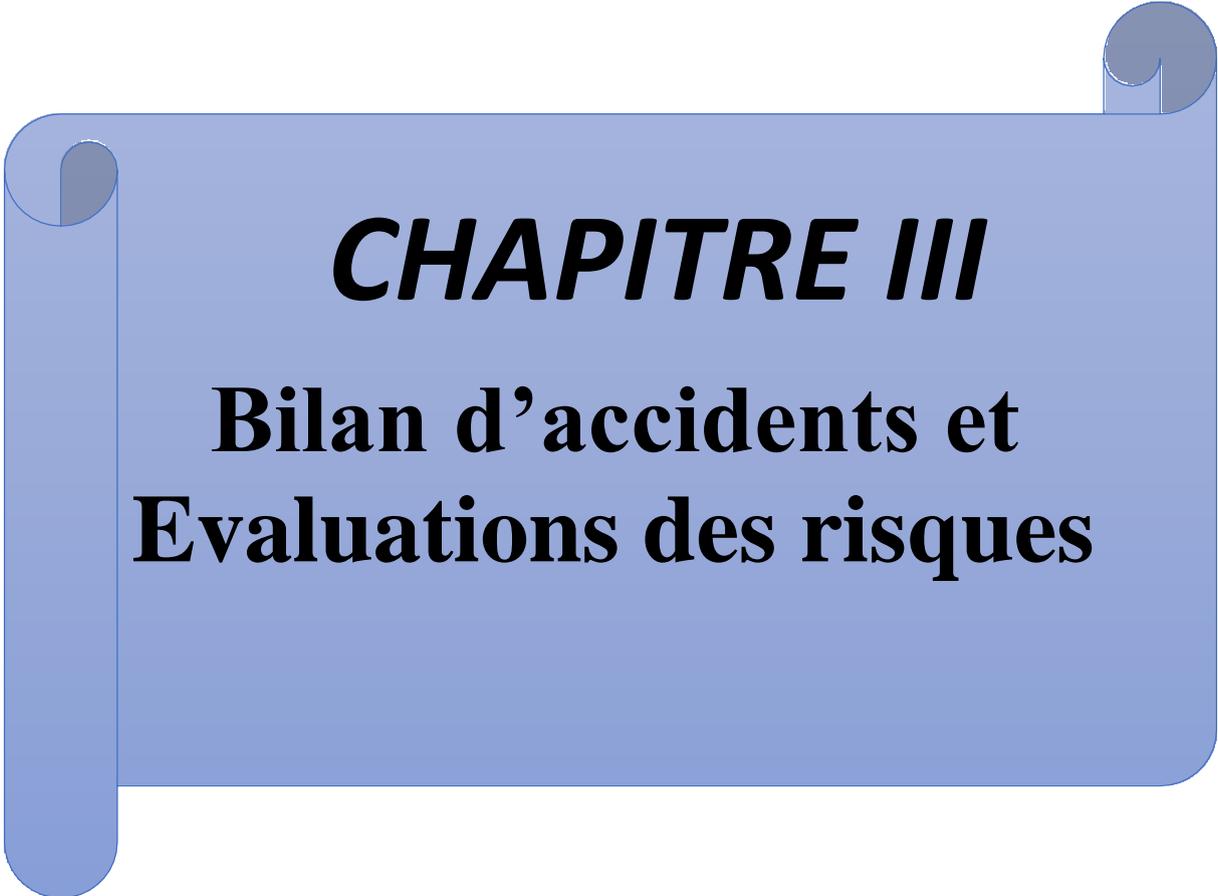
Danger	Causes	Conséquences	Mesures de sécurité existantes	Risque			Recommandations	Risque résiduel			Observations
				P	G	R		P	G	R	
1/Atmosphère interne	-Manque d'oxygène. -Ventilation, aération insuffisante -Espace clos fermé -Présence de gaz inerte (CO2, N2) -Travaux points bas. -Corrosion (consommation d'oxygène)	-Asphyxie, anoxie, hypoxie -Intoxication -Décès.	-Vidange, nettoyage, rinçage et ventilation de la capacité.  - Système permis de travail. -Présence d'un surveillant à l'extérieur lors des travaux.  - EPI adéquat (appareil respiratoire autonome, etc.).	2	4	8	-Poser des pancartes à l'entrée des capacités interdisant la pénétration -Programmation de formations des intervenants sur les risques des espaces confinés. -Choix des personnes qualifiées. -Mettre à disposition les extracteurs d'air.  -Bonne préparation des travaux en amont.	1	2	2	
2/Atmosphère explosive	-Présence de gaz inflammable. -Présence de source d'inflammation.	-Incendie -Explosion	-Système permis de travail. -Contrôle d'explosivité. -Outillage manuel en bronze.	1	4	4	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.	1	2	2	

## Chapitre III : Partie Pratique

			-Matériel électrique basse tension obligatoire. -Ventilation forcée.							
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

**Nature de la tâche :** Travaux de pénétration dans des espaces confinés... folio9/18

3/Produits toxiques	-Présence de gaz toxiques  -Corrosion interne  - Mauvais vidange, ou dégazage  -Activités menées dans l'espace (soudage, nettoyage au solvant)	-Intoxication  -Contamination par les produits toxiques	-Port des appareils respiratoires isolants (ARI)  -Inspection de la capacité avant toute pénétration.  -Contrôle de toxicité.  - Vérification de l'environnement : présence de gaz, purge d'HC, dégazage d'appareils ou équipements.	2	4	<b>8</b>	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.	1	3	<b>3</b>
4/Chute de plain -pied	-Manque d'hygiène.  -Présence de produits sur le sol de la capacité.	-Blessures.  -Contusion.	-Port des chaussures de sécurités.	2	3	<b>6</b>	-Nettoyage de la capacité (le sol).	1	2	<b>2</b>

A blue scroll graphic with a light blue gradient and rounded corners. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curling upwards and downwards respectively. The text is centered on the unrolled portion.

# ***CHAPITRE III***

## **Bilan d'accidents et Evaluations des risques**

### CHAPITRE III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

#### III.1 Les bilans d'accidents

A travers l'analyse des accidents faite, les principales conclusions auxquelles nous sommes parvenus sont données ci-après :

##### III.1.1 Analyse du document de report d'accident

Après consultation du document nous avons retiré ce qui suit :

- Le système ne donne pas beaucoup détails (rapport quotidien et tableau de bord manquant plus d'information e.g l'heure et la date de l'accident, etc.).
- La méthode d'analyse d'accident n'est pas bien précisée dans la procédure du rapport quotidien.
- La démarche d'investigation des accidents n'est pas bien organisée.
- La démarche d'estimation des coûts des accidents n'existe pas aussi (voir proposition en annexe n°7).
- Certaines périodes ainsi que détails d'accidents ne sont pas rapportés (e.g près de 10% des accidents, durant la période 2011-2017, ne sont pas connus, le plus grand pourcentage est celui de l'année 2013 ; près de 15% des accidents, durant la période 2011-2017, nous ne connaissons pas la série d'âge dont ils appartiennent les accidents).

Il faut noter toutefois que le système de management des risques n'arrivera jamais à atteindre les objectifs souhaités si l'entreprise ne satisfait pas les besoin matériels et/ou humains de ce dernier .

##### III.1.2 Principales conclusions de l'analyse des accidents

Les principales conclusions auxquelles nous sommes parvenues sont données ci-après :

- 76% des accidents enregistrés au sein du complexe sont dus aux travaux de maintenance, de production et technique.
- 53% des accidents enregistrés sont dus à l'intervention des entreprises sous-traitantes.

Malgré les efforts du service prévention, les entreprises sous- traitantes ne semblent pas avoir une politique de sécurité développée.

Cette absence de culture en matière de sécurité se traduit par un nombre plus important d'accidents chez le personnel sous -traitants.

Les causes relevées, sont les mêmes que celles qui engendrent les accidents de l'entreprise utilisatrice (GL2/Z) selon les investigations effectuées après chaque accident au niveau du département de sécurité (I) du complexe auprès des travailleurs et coordinateurs des

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

entreprises extérieures. Il faut toutefois noter quelques spécificités aux entreprises extérieures qui sont résumées ci-après :

- Le choix du moins disant, lors de l'appel d'offres, entraînant des problèmes de sécurité.
- La non maîtrise par le personnel des entreprises extérieures du système de sécurité de leur entreprise.
- Les défauts de communication et de transmission des informations en l'absence de procédures rigoureuses de contrôle.
- L'insuffisance de formation du personnel sous-traitant intervenant lors de la maintenance préventive.

### II.1.3 Analyse des accidents

#### a. Répartition des accidents par fonction des salariés

L'étude des résultats du **tableau 3.6** du **chapitre II** a permis de connaître les fonctions dont la fréquence et la gravité des accidents est considérable. Comme le pourcentage d'accidents nous renseigne sur la fréquence de ce dernier, nous avons classé les fonctions les plus génératrices d'accidents selon trois classes. La classe n°1 représente un pourcentage d'accidents supérieur ou égal à 10%, la classe n°2 représente un pourcentage entre (10-5)% et enfin la classe n°3 représente un pourcentage inférieur ou égal à 5%.

Il s'avère que la gravité des accidents correspond également aux classes retenues. Le tableau suivant illustre les conclusions de cette analyse :

**Tableau III.12** : Classement des fonctions les plus génératrices d'accidents

Classe	Fonction	Niveau du risque
Classe n°1	Chaudronnier Manœuvre	Elevé
Classe n°2	Peintre Monteur Mécanicien Calorifugeur	Moyen
Classe n°3	Grutier Soudeur Meuleur Tuyauteur Electricien Echafauteur	Bas

### b. Répartition des accidents par nature des travaux

Le **tableau III.7** donne la classification des fréquences des accidents selon la nature des travaux. La classe n°1 représente un pourcentage supérieur ou égal à 20%, la classe n°2 représente un pourcentage entre (20-10)% et enfin la classe n°3 représente un pourcentage inférieur ou égal à 5%.

**Tableau III.13** : Classification des accidents selon la nature des travaux

Classe	Nature des travaux	Niveau du Risque
Classe n°1	En hauteur Manutention Manuelle	Elevé
Classe n°2	Meulage Soudage	Moyen
Classe n°3	Levage Electrique Calorifugeage Sablage Pénétration dans un espace confiné	Bas

**N.B** : Les travaux de peinture développent dans la plupart des cas rencontrés des maladies professionnelles dues aux produits que contient la peinture (e.g solvants, etc.).

### c. Répartition des accidents par cause (voir détails en annexes N°3 et N°4)

**Tableau III.14** : Classification des causes d'accidents par origine

Classe	Cause des accidents	Fréquences
Classe n°1	<b>Humaine :</b> -Non port des EPI -Inattention, gestes précipités -Position de travail -Non-respect des procédures	Très fréquent
Classe n°2	<b>Organisationnelle :</b> -Procédure inexistante -Etat des sols	Fréquent
Classe n°3	<b>Lié au matériel :</b> -Défaut de protection -Matériel utilisé inadéquat	Peu fréquent

Le non port des EPI est la cause principale de la plupart des accidents survenus. Ceci confirme le fait que les membres (tête, yeux, mains, pied) sont les plus touchés par les accidents.

**d. Répartition des accidents par siège de lésion**

**Tableau III.15 :** Sièges des lésions et leurs fréquences

Fréquence	Très fréquent	Fréquent	Moins fréquent	Rare
<b>Accidents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mains</li> <li>• Pieds</li> <li>• Membres inférieurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeux</li> <li>• Membres supérieurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tronc</li> <li>• Bassin</li> <li>• Tête</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos</li> <li>• Voies respiratoires</li> </ul>

En termes de gravité par :

**Tableau III.16 :** Sièges des lésions et leur gravité

Gravité	Très grave	Grave	Moins grave
<b>Siège de lésion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tête</li> <li>• Voies respiratoires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos</li> <li>• Tronc</li> <li>• Bassin</li> <li>• Yeux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membres inférieurs</li> <li>• Pieds</li> <li>• Membres supérieurs</li> <li>• Mains</li> </ul>

La conclusion de notre étude des accidents suivant les sièges de lésion est que les parties les plus touchés en cas d'accident sont les mains, pieds, membres supérieurs, yeux, tête, membres inférieurs. Nous notons que les organes supposés protégés par les équipements de protection individuelle constituent les  $\frac{3}{4}$  des membres atteints en cas d'accident.

**III.1.4 Actions pour réduire les accidents**

Dans le cadre de la lutte contre l'occurrence des accidents de travail, des procédures et instructions ont été élaborées par le département HSE du complexe GL2/Z afin de répondre aux exigences du système de management santé et sécurité OHSAS 18001. Ces procédures et instructions ont pour objectifs de définir les recommandations de sécurité lors de l'exécution des différentes activités.

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

Malgré la présence de ces procédures et instructions, le complexe GL2/Z a enregistré beaucoup d'accidents.

Plusieurs raisons en réalité peuvent contribuer à la non application de ces procédures. Il s'agit entre autres de :

- La difficulté de comprendre les procédures et les instructions due au bas niveau d'instruction de certains salariés.
- L'absence de diffusion de ces procédures au niveau du site.
- Causes liées aux facteurs humains i.e. l'interaction entre le poste de travail, l'individu et l'organisation.

Le temps qui nous était imparti pour approfondir l'ensemble de ces questions étant court, nous recommandons de considérer les points suivants :

- Revoir les procédures de recrutement des salariés et exiger un niveau scolaire acceptable pour l'embauche des chaudronniers, manœuvres, meuleurs et soudeur. Ce sont les catégories de salariés ayant généré le plus nombres d'accidents.
- Créer des cellules de formation propre aux sous-traitants sur les sites. Il suffit pour cela d'aménager des cabines sur site.
- Former le personnel, recyclage et sensibilisation sur les méthodes d'analyse de risque.

**Nota :** dans le cadre de la formation, la priorité doit être donnée aux fonctions les plus génératrices d'accidents. Travaux en hauteur, manutention manuelle (les bonnes pratiques ergonomiques, etc.).

- Utiliser les panneaux de signalisation des risques qui peuvent se trouver dans la zone des travaux ou dans le site.
- Mettre à disposition des employés les équipements de protections individuelles adéquates.
- Renforcer le personnel surveillant l'ensemble des procédures de sécurité.
- Sensibiliser les responsables d'équipe et les contremaitres sur la nécessité et l'importance du briefing et le report des incidents.
  
- Sensibiliser les salariés sur l'importance du port des équipements de protection individuelle.
- Revoir les procédures d'achat des équipements de protection individuelle.
- Ouvrir des canaux de communication avec les salariés et demander leurs opinions sur les équipements de protection individuelle lors de l'achat.
- Suivre le port des équipements de protection individuelle lors des travaux.

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

- Utiliser des équipements de protection individuelle et les moyens adéquats d'intervention (e.g : matériel Anti Déflagrant pour les interventions électriques).
- L'investigation et le report de chaque accident et incident pour la mise en place des actions correctives.
- Faire des audits internes lors des travaux de maintenance préventive.
- Mettre en œuvre des recommandations faites par les assureurs, les auditeurs et les organismes de certification.
- Etablir les taux de fréquences et de gravité des accidents concernant les entreprises sous-traitantes pour permettre de donner des indicateurs sur le niveau de sécurité de ces dernières.

Il faut aussi noter que les accidents peuvent survenir à cause de la défaillance des équipements utilisés lors des travaux, en particuliers les équipements et le matériel utilisés par les sociétés sous-traitantes.

Pour ces raisons, nous recommandons de :

- Changer les équipements dégradés (ne jamais réutiliser les équipements tels que : les élingues, les manilles, etc.)
- Sensibiliser le personnel (ouvriers, responsables d'équipes contremaitres) sur les risques liées à l'utilisation du matériels défectueux qu'il s'agit de déclarer et d'éviter toute utilisation.
- Rechercher les matériels défectueux, les collecter et les stocker d'une façon à ne pas les confondre avec le bon matériel.
- Sensibiliser les salariées sur l'importance de déclarer le matériel défaillant et de ne pas l'utiliser.

Afin de diminuer les accidents des personnels des entreprises extérieures, un plan d'amélioration en sécurité doit être élaboré devrait comporter les éléments suivants entre autres :

- L'engagement de la direction en matière de sécurité ; la politique sécurité de l'entreprise ;
- La description sommaire des dispositions internes de planification et de contrôle ;
- Les objectifs et plans annuels d'amélioration de la sécurité ;
- Les principes d'identification des dangers et risques liés à l'activité ;
- Une politique de communication efficace ;
- Un système d'évaluation formalisé des futurs embauchés.

### III.2 L'évaluation des risques liés aux travaux

A partir des résultats de l'évaluation des risques liés aux travaux de maintenance préventive sur les équipements, nous avons relevé les principales conclusions suivantes :

**III.2.1 Classification des risques par effets de défaillance**

Classification des niveaux de risque .....folio1/3

<b>Nature de la tâche</b>	<b>Danger</b>	<b>Niveau du Risque</b>
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Chute de personnes	12
Travaux en hauteur	Chute de personnes	12
Travaux de meulage	Eclatement du disque	12
Travaux de soudage	Projection des particules incandescentes	12
Travaux de sablage	Projection de substances abrasives	9
Travaux de soudage	Dégagement de fumées toxiques	9
Travaux de meulage	Projection des particules abrasives	9
Travaux de meulage	Dégagement des fumées toxiques	9
Travaux de levage mécanique	Chute de la charge à soulever	8
Travaux de levage mécanique	Basculement de la grue	8
Travaux de pénétration dans des espaces confinés.	Produits toxiques	8
Travaux en hauteur	Chute d'objets	8
Travaux de pénétration dans des espaces confinés.	Atmosphère interne	8

### Classification des niveaux de risque (suite)

Travaux de sablage.	Bruit	6
Travaux de soudage	Bruit	6
Travaux de meulage	Bruit	6
Travaux de pénétration dans des espaces confinés.	Chute de plain-pied	6
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Chute d'objets	6
Travaux de soudage	Projection des particules enflammées	4
Gammagraphie	Source radioactive	4
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Renversement d'échafaudage	4
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Effondrement d'échafaudage	4
Travaux de peinture	Présence de vapeurs de solvants	4
Travaux de levage mécanique	Contact avec des lignes aériennes sous tension	4
Travaux de meulage	Contact avec la meule en rotation	4
Travaux de pénétration dans des espaces confinés	Atmosphère explosive	4
Travaux de meulage	Projection des particules incandescentes	4
Travaux de sablage	Présence d'ATEX	3
Travaux de sablage	Présence de câble électrique sous tension	3

### Classification des niveaux de risque (suite).....folio3/3

Travaux de peinture	Projection de peinture, solvant.	3
Travaux de peinture	Inhalation de solvant	3
Travaux de peinture	Présence de câble électrique sous tension	3
Travaux de soudage	Contact direct ou indirect avec câble électrique sous tension	3
Travaux de meulage	Contact direct ou indirect avec câble électrique sous tension	3

Le tableau ci-avant nous permet d'identifier trois niveaux de risque. Ces résultats confirment l'analyse des accidents.

### III.2.2 Classification des recommandations par tâche

Sur cette base, nous avons essayé de faire ressortir ces actions correctives sur les différentes anomalies détectées.

### Recommandations .....folio1/2

Nature de la tâche	Recommandations
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Considérer l'application stricte et rigoureuse des procédures de travail.</li> <li>-Considérer l'obligation du port des EPI.</li> <li>-Considérer l'utilisation de filets de protection.</li> <li>-Interdire la présence de charges lourdes sur le plancher.</li> </ul>
Travaux en hauteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Considérer l'application stricte et rigoureuse des procédures de travail.</li> <li>-Considérer l'obligation du port des EPI.</li> <li>-Sensibilisation des intervenants sur les risques encourus lors des travaux en hauteur.</li> <li>-Utilisation des filets afin d'empêcher les chutes d'objets.</li> </ul>
Travaux de sablage	<ul style="list-style-type: none"> <li>-EPI adéquat.</li> <li>-Formation des travailleurs sur l'opération de sablage.</li> <li>-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.</li> <li>-Considérer la limitation de l'exposition prolongée au bruit.</li> </ul>

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

Travaux de peinture	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail
Travaux de levage mécanique	-Considérer l'application stricte et rigoureuse des procédures de travail -Inspection des points de fixation. -La conduite de la grue doit être effectuée par du personnels autorisé (habilité)
Travaux de soudage	-Considérer l'application stricte des procédures de travail. -Considérer l'obligation du port des EPI. -L'organisation de la Co-activité. -Port de masque aspirant. -Ventilation. -Accès interdit aux personnes non autorisées. -Considérer la limitation de l'exposition prolongée au bruit.
Travaux de meulage	-Considérer l'application stricte des procédures de travail.- Considérer l'obligation du port des EPI. -L'organisation de la Co-activité. -Utilisation des disques adéquats. -Interdiction d'utiliser une meule sans cache. -Considérer la limitation de l'exposition prolongée au bruit -Port de masque aspirant. -Ventilation. -Manipuler la meule avec soin.
Gammagraphie	-Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail.
Travaux dans un espace confiné.	-Poser des pancartes à l'entrée des capacités interdisant la pénétration -Programmation de formations des intervenants sur les risques des espaces confinés. -Choix des personnes qualifiées. -Mettre à disposition les extracteurs d'air. -Bonne préparation des travaux en amont. -Considérer l'application rigoureuse des procédures de travail. -Nettoyage de la capacité (le sol).

**III.2.3 Classification des risques après la mise en œuvre des mesures de contrôle**

Réévaluation du risque .....folio1/2

Nature de la tâche	Danger	Risque	Risque résiduel
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Chute de personnes	12	3
Travaux en hauteur	Chute de personnes	12	3
Travaux de meulage	Eclatement du disque	12	3
Travaux de soudage	Projection des particules incandescentes	12	2
Travaux de sablage	Projection de substances abrasives	9	3
Travaux de soudage	Dégagement de fumées toxiques	9	2
Travaux de meulage	Projection des particules abrasives	9	2
Travaux de meulage	Dégagement des fumées toxiques	9	2
Travaux de levage mécanique	Chute de la charge à soulever	8	3
Travaux de levage mécanique	Basculement de la grue	8	3
Travaux de pénétration dans des espaces confinés.	Produits toxiques	8	3
Travaux en hauteur	Chute d'objets	8	2
Travaux de pénétration dans des espaces confinés.	Atmosphère interne	8	2
Travaux de sablage.	Bruit	6	3
Travaux de soudage	Bruit	6	3
Travaux de meulage	Bruit	6	3
Travaux de pénétration dans des espaces confinés.	Chute de plain-pied.	6	2

Réévaluation du risque (suite) ..... folio2/2

Nature de la tache	Danger	Risque	Risque résiduel
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Chute d'objets	6	2
Travaux de soudage	Projection des particules enflammées	4	3
Gammagraphie	Source radioactive	4	3
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Renversement d'échafaudage	4	2
Travaux de montage et démontage d'échafaudage	Effondrement d'échafaudage	4	2
Travaux de peinture	Présence de vapeurs de solvants	4	2
Travaux de levage mécanique	Contact avec des lignes aériennes sous tension	4	2
Travaux de meulage	Contact avec la meule en rotation	4	2
Travaux de pénétration dans des espaces confinés	Atmosphère explosive	4	2
Travaux de meulage	Projection des particules incandescentes	4	2
Travaux de sablage	Présence d'ATEX	3	
Travaux de sablage	Présence de câble électrique sous tension	3	
Travaux de peinture	Projection de peinture, solvant.	3	
Travaux de peinture	Inhalation de solvant	3	
Travaux de peinture	Présence de câble électrique sous tension	3	
Travaux de soudage	Contact direct ou indirect avec câble électrique sous tension	3	
Travaux de meulage	Contact direct ou indirect avec câble électrique sous tension	3	

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

Les actions à mener sont de 3 types :

### A. Organisationnel

- La diffusion des informations sur la sécurité au travail (ex : règlement intérieur, consignes particulières au poste de travail).
- Redéfinir si nécessaire les tâches et l'organisation du travail.
- Attribuer les ressources humaines, techniques et financières correspondantes...

### B. Humain

- Étendre les compétences des agents en matière d'hygiène et de sécurité au travail par le biais de la formation initiale et continue.
- Communiquer dans le domaine de l'hygiène et la sécurité au travail pour impliquer les agents : sensibilisation, campagne d'affichage...
- Instaurer une démarche participative, etc.

### C. Technique

Intégrer la sécurité dès l'achat d'outils et matériels et à la conception d'un lieu de travail (ventilation, éclairage, isolation phonique, accès, circulation,...)

- Mettre en conformité les machines avec les prescriptions réglementaires et techniques (protection des éléments mobiles de travail, protection contre les projections et chute d'éléments et d'objets, organes d'arrêt d'urgence,...)
- Effectuer les maintenances et les vérifications périodiques des équipements.
- Etudier un aménagement ergonomique.
- Utiliser des équipements de travail adaptés à l'activité.
- Doter les agents de vêtements de travail et d'équipements de protection individuelle adaptés à l'activité.

A partir de ces 3 types d'action de prévention, on peut établir une hiérarchie des mesures de sécurité en les classant en quatre catégories :

- Mesures de sécurité intrinsèque ;
- Mesures de sécurité collective ;
- Mesures de sécurité individuelle ;
- Consignes données à l'opérateur.

La mise en œuvre des recommandations réduit le risque à un niveau acceptable. Mais est-ce que ces actions correctives sont-elles faisables ? Et à quel prix ? C'est ce que nous aborderons dans ce qui suit à travers trois exemples.

### III.2.4 Cotations des actions correctives

La cotation des critères permet de retenir l'action qui a comptabilisé le plus de critère. Le tableau ci-dessous illustre la cotation des critères de choix des actions de prévention :

**Tableau III.17:** Cotation des critères des actions de prévention [18]

Critère	Evaluation	Cotation
<b>Efficacité</b>	• Risque supprimé.	<b>3</b>
	• Risque maîtrisé.	<b>2</b>
	• Risque diminués (gravité ou fréquence).	<b>1</b>
<b>Stabilité dans le temps</b>	• Mesure à caractère permanent.	<b>3</b>
	• Effet à moyen terme.	<b>2</b>
	• Effet à court terme.	<b>1</b>
<b>Contrainte Opérateur</b>	• Mesure facilitant le travail.	<b>3</b>
	• Mesure générant un travail supplémentaire.	<b>2</b>
	• Mesure générant une contrainte physique ou charge supplémentaire.	<b>1</b>
<b>Coût Financier</b>	• Investissement prévu dans le budget.	<b>2</b>
	• Investissement nécessitant une révision budgétaire.	<b>1</b>
<b>Délais d'application</b>	• Application immédiate.	<b>3</b>
	• Application à moyen terme.	<b>2</b>
	• Application à long terme.	<b>1</b>
<b>Déplacement du risque</b>	• La mesure ne génère pas d'autre risque	<b>1</b>
	• La mesure crée un autre risque ou déplace le risque.	<b>0</b>
<b>Conforme aux règlements</b>	• Mesure conforme.	<b>1</b>
	• Mesure n'est pas conforme	<b>0</b>
<b>Possibilité de généralisation</b>	• La mesure peut être généralisée à tous les risques similaires.	<b>3</b>
	• La généralisation peut être de portée limitée.	<b>2</b>
	• La mesure n'est pas généralisable et porte uniquement sur le point concerné.	<b>1</b>

Nous allons dans ce qui suit, faire la cotation des actions correctives des risques critiques qui sont :

- Chute de personnes ;
- Eclatement du disque ;

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

- Projection de substances incandescentes.

### Exemple 1 : Chute de personnes

Nous donnerons les lettres suivantes pour chaque action corrective :

**A** : Application stricte et rigoureuse des procédures de travail.

**B** : L'obligation du port des EPI.

**C** : Sensibilisation des intervenants sur les risques encourus lors des travaux en hauteur.

**D** : Utilisation des filets afin d'empêcher les chutes.

Critère	Cotation des Actions correctives			
	A	B	C	D
• Efficacité	3	1	1	2
• Stabilité dans le temps	3	2	2	1
• Contrainte Opérateur	2	3	3	3
• Cout Financier	2	1	2	1
• Délais d'application	3	3	3	2
• Déplacement du risque	1	2	2	2
• Conforme aux règlements	1	2	2	2
• Possibilité de généralisation	3	3	3	3
<b>Moyenne</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>14</b>

Les actions A et Cont comptabilisé le plus de critères.

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

### Exemple 2 : Eclatement du disque

Nous donnerons les lettres suivantes pour chaque action corrective :

**A** : Considérer l'application stricte des procédures de travail.

**B** : Utilisation des disques adéquats.

**C** : Interdiction d'utiliser une meule sans cache.

**D** : Considérer l'obligation du port des EPI.

Critère	Cotation des Actions correctives			
	A	B	C	D
• Efficacité	3	3	3	2
• Stabilité dans le temps	3	3	2	1
• Contrainte Opérateur	2	3	3	3
• Cout Financier	2	2	1	1
• Délais d'application	3	3	3	2
• Déplacement du risque	1	1	1	1
• Conforme aux règlements	1	1	1	1
• Possibilité de généralisation	3	1	1	3
<b>Moyenne</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>14</b>

L'action qui a comptabilisé le plus de critère est (A).

### Exemple 3 : Projection de substances incandescentes

Nous donnerons les lettres suivantes pour chaque action corrective :

**A** :Considérer l'application stricte des procédures de travail.

**B** :Considérer l'obligation du port des EPI.

Critère	Cotation des Actions correctives	
	A	B
• Efficacité	3	2
• Stabilité dans le temps	3	1
• Contrainte Opérateur	2	3
• Cout Financier	2	1
• Délais d'application	3	2
Déplacement du risque	1	1
• Conforme aux règlements	1	1
• Possibilité de généralisation	3	3
<b>Moyenne</b>	<b>18</b>	<b>14</b>

L'action qui a comptabilisé le plus de critère est (A).

### III.2.5 Suivi de l'application des actions

Le responsable HSE/sécurité du site ou toute personne habilitée (désignée par le directeur du site), le responsable HSE direction régional, le Directeur HSE sont chargés de mettre en place un programme d'audit pour vérifier la mise en place effective des recommandations issues de l'analyse périodique des accidents et des plans d'actions. Chaque niveau hiérarchique transmettra au niveau HSE supérieur les résultats des audits.

Ce point composé de deux étapes (contrôle et réévaluation) constitue une étape indispensable, et ce pour plusieurs raisons :

- La première est de s'assurer que les actions de prévention en matière de santé et sécurité au travail ont été réalisées ou sont en cours de réalisation.

## Chapitre III : Bilan d'accidents et Evaluations des risques

---

- La seconde concerne la mise en place de ces actions sur le terrain, car entre le prescrit et le réel il se crée souvent des écarts, qui sont parfois des générateurs des risques, Il convient donc de réaliser une réévaluation du risque pour en être sûr.

Nous proposons d'utiliser deux indicateurs de contrôle :

- Taux d'avancement des plan d'actions : **(nombre d'actions réalisées/nombre d'actions programmées)**.
- Nombre d'incident associés à une carence dans l'évaluation des risques.

Dans tous les cas la réévaluation périodique est vitale, car avec le temps, des modifications peuvent être introduites ou passer inaperçues comme des génératrices de risque.

Il convient aussi de mesurer et vérifier l'efficacité des mesures prises dans les plans d'action et s'assurer de leur stabilité dans le temps, afin de détecter toute anomalie susceptible d'être l'origine d'un accident.



**CONCLUSIONS  
ET  
RECOMMANDATIONS**

### **Conclusion et recommandations**

La prévention des risques constitue un enjeu stratégique, car l'entreprise, et notamment son dirigeant, peuvent se voir tenus pour responsables et supporter les coûts des accidents et maladies professionnels.

Une évaluation effective des risques, constitue la clé d'un management efficace des risques au niveau d'un complexe gasier. Le suivi formel de l'application de chaque mesure de prévention est un élément indispensable de management des risques.

Un système de prévention des risques efficace aura donc un impact sur les conditions de travail, mais aussi sur les relations sociales dans l'entreprise et par conséquent sur la qualité de la production. Il aura également un impact sur l'image de marque, les relations avec les administrations, et les assurances.

Une actualisation et révision continue de l'évaluation des risques permet d'évaluer la pertinence et l'efficacité des actions de prévention mises en œuvre. Elle facilite aussi la construction de plans de prévention ciblés et adaptés selon les différents services et activités que compte notre entreprise.

Rappelons nos objectifs

- Mettre en pratique les connaissances acquises lors de la formation.
- Elaborer un bilan des accidents de travail lors des activités de maintenance.
- Connaître les différentes tâches effectuées lors d'une maintenance préventive sur les équipements statiques.
- Contribuer au système de management des risques mis en place par la direction du complexe.
- Evaluer les risques liés aux différents travaux de maintenance préventive effectués sur les équipements statiques.
- Proposer les recommandations nécessaires afin de ramener ces risques à un niveau acceptable.

L'étude que nous avons réalisée a permis de mettre en évidence les mesures de prévention et de sécurité existantes, qui sont déjà opérationnelles et de contribuer à l'amélioration du niveau de sécurité des activités de maintenance préventive sur les équipements statiques et réduire l'occurrence d'accidents à travers les actions de prévention.

## Conclusion et Recommandations

---

Pour ce faire, les principales suggestions et recommandations à mettre en pratique sont données ci-après :

- Réaliser une étude sur le comportement des salariés dans le cadre des facteurs humains ;
- Revoir la grille d'évaluation de la criticité et l'améliorer par la prise en charge les cibles environnement, production et installation ;
  - Créer des cellules de formation propre aux sous-traitants sur les sites ;
  - Intégrer la formation sur les travaux générant le plus d'accidents (travaux en hauteur, meulage, manutention manuelle (ergonomie) dans le programme existant;
  - Former le personnel, recycler et sensibiliser sur les méthodes d'analyse de risque ;
  - Mettre à disposition des employés les équipements de protections individuelles adéquats ;
  - Sensibiliser les salariés sur l'importance des équipements de protection individuelle ;
  - Revoir les procédures d'achat des équipements de protection individuelle ;
  - Ouvrir des canaux de communication avec les salariés et demander leurs opinions sur les équipements de protection individuelle lors de l'achat dans l'optique de créer un climat de confiance entre les différentes parties.
- Surveiller le port des équipements de protection individuelle lors des travaux ;
- Utiliser des équipements de protection individuelle et les moyens adéquats d'intervention (e.g : matériel Anti Déflagrant pour les interventions électriques) ;
  - Réaliser l'investigation puis le reporting de chaque accident et incident
  - Etablir des audits internes lors des travaux de maintenance préventive ;
  - Etablir les taux de fréquences et de gravité pour les entreprises sous- traitantes afin de donner des indicateurs sur le niveau de sécurité de l'activité de ces dernières ;
    - Contrôler les entreprises sous -traitantes durant toutes les phases du marché :
      - La sélection faite par l'élaboration d'un audit de présélection, qui aide à vérifier la compatibilité des entreprises extérieures dans le domaine HSE avec le complexe
      - Visites des lieux qui permet l'élaboration un plan de prévention qui définit et identifie les risques des travaux avec leurs mesures à mettre en place.
      - L'élaboration d'un check-list pour le contrôle des travaux ;
      - L'information par l'élaboration d'un nouveau Manuel HSE pour les entreprises intervenantes, plus simple à lire et interpréter (Pictogramme de sensibilisation), est axée sur la sensibilisation, la prévention et la protection des personnes.
    - L'amélioration de la prise en charge des intervenants ;
    - L'amélioration de la gestion des cas d'urgence.

## Conclusion et Recommandations

---

La mise en place des procédures proposées peut s'avérer de primes abords fastidieux. Elles seraient pour certain onéreuse, pour d'autres une perte de temps, mais elles demeurent cependant une nécessité réglementaire incontournable dans le cadre de la politique d'amélioration des conditions de travail, de sécurité et de protection de l'environnement de l'entreprise SONATRACH.

### Références Bibliographiques

- [1]. Saïd Ameziane, Cours « Risque d'explosion et incendie » Institut algérien de pétrole (IAP), Février 2007.
- [2]. Farah Bilal, master « Étude et diagnostic des tâches à risque relative aux activités de l'ENGTP », Institut algérien de pétrole (IAP) 2010.
- [3]. Health & Safety Executive ALARP « at a glance »: [www.hse.gov.uk](http://www.hse.gov.uk).
- [4]. Joe Gray RGU, notes «control of major accident hazards».
- [5]. Système Permis De Travail, SONATRACH.
- [6]. INRS CDU 168.4 « Gestion des pilotes chimiques polyvalents automatisés », Cahiers des notes N°148,3 IIème trimestre 1992.
- [7]. INRS, « Management et techniques d'identification du risque » M.P.Hoorelbele ; de DNV. Promosafe 95/6.
- [8]. Saïd Ameziane, Cours « Les méthodes d'analyses des risques » Institut algérien de pétrole (IAP), Février 2010.
- [9]. INRS, « Maintenance, des activités à risque », Fiche pratique de sécurité ED 123, 2005.
- [10]. Norme Française, EN 13306, 2001.
- [11]. INRS, « Maintenance, prévention des risques professionnels », Fiche pratique de sécurité ED 129, 2006.
- [12]. <http://osha.europa.eu/en/topics/maintenance>.
- [13]. Manuel opératoire de procédé (volume 3) GNL2/Z, division Péโตรchimie GNL & Raffinage. Direction Gaz Naturel Liquéfié.
- [14]. Document service formation "soft tableau process" GNL2/Z.
- [15]. Jandrot Philippe, Technique de l'ingénieur, Prévention des risques professionnels : inventaire (SE 3 820).
- [16]. Bilan des accidents annuels, département sécurité (I), service prévention(IP), 2003-2010.
- [17]. Identification Et Analyses Des Risques Au GNL2/Z, Octobre 2008.  
[www.itm.lu](http://www.itm.lu)
- [18]. Farsi Rachid, master « Mise en place d'une démarche de prévention des professionnels de l'ENGTP », Institut algérien de pétrole (IAP) 2010.
- [19]. [www.itm.lu](http://www.itm.lu)

## Références Bibliographiques

---

- [20]. MARC LASSANGNE (2004) (la maîtrise des risques en perspective), *management des risques, stratégie d'entreprise et réglementation : le cas de l'industrie maritime*. (Thèse de doctorat, école nationale supérieure d'arts et de métiers).
- [21]. [LAM 06] P. Lamy, E. Levrat, and J-J. Pâques, « Méthodes d'estimation des risques machines : analyse bibliographique », In Lambda Mu, Lille, France, 2006
- [22]. Le grand livre de la maintenance(Driss Bouami)
- [23]. [ISO 99] ISO, « Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs pour les inclure dans les normes », Organisation internationale de normalisation, 1999.
- [24]. DEBRAY.B, CHAUMETTE.S, DESCOURIERE.S, TROMMETER.V, Analyse des risques générés par une installation industrielle
- [25].MORGOSSIANE Nichan. *Guide pratique des risques professionnels*. DUNOD, Paris, p01
- [26].MAROSSIAN.N « Risques professionnels caractéristiques, réglementation, prévention, 2eme Edition, DUNOD
- [27] D. richet. Maintenance basée sur la fiabilité : un outil pour la certification, Ed. Masson.1996
- [29] Sécurité et gestion des risques Auteur(s) : Jean-Pierre DAL PONT 10 juin 2003
- [30] : [www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html](http://www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html) INRS
- [31]. Mémoire Optimisation de la maintenance par la méthode AMDEC appliquée au ventilateur de l'entreprise ALZINC
- [32]. Analyse des risques/ Direction générale Humanisation du travail mai 2006
- [33]. [TAN 03] T. Tanzi and F. Delmer, « Ingénierie du risque », Lavoisier, France, 2003.
- [34]. [DES 95] : A. Desroches, « Concepts et méthodes probabilistes de base de la sécurité », Lavoisier, France, 1995
- [35]. [DES 03] : A. Desroches, A. Leroy, and F. Vallée, « La gestion des risques : principes et pratiques », Lavoisier, France, 2003.
- [36]. <https://www.maintenanceandco.com>
- [37]. [MER 04] M. M. Merad, « Analyse de l'état de l'art sur les grilles de criticité », rapport INERISDRA638,16 Mars 2004.

## Annexes

### Annexe N°1 : Textes Réglementaires

**Ordonnance n°66-183** du 21 juin 1966, portant réparation des accidents de travail et maladies professionnelles, modifiée par Ordonnance n°67-80 du 11 mai 1967.

**Décret n°74-255** du 28 décembre 1974, fixant les modalités de constitution, les attributions et le fonctionnement de la commission d'hygiène et sécurité dans les entreprises socialistes.

**Loi n°83-13** du 2 juillet 1983, relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles, modifié par Ordonnance n°96-19 du 06 juillet 1996.

**Décret n°84-28** du 11 février 1984, fixant les modalités d'application des titres III IV et VIII de Loi n°83-13 relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles.

**Loi n°88-07** du 26 janvier 1988, relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail.

**Loi n°90-03** du 06 février 1990, relative à l'inspection du travail, modifiée et complétée par Ordonnance n°96-11 du 10 juin 1996.

**Décret présidentiel 90-198** du 30 juin 1990, portant réglementation des substances explosives modifié par décret présidentiel du 15 mars 1999.

**Décret n°90-245** du 18 août 1990, portant réglementation des appareils à pression de gaz.

**Décret n°90-246** du 18 août 1990, portant réglementation des appareils à pression de vapeur.

**Décret exécutif n°91-05** du 19 janvier 1991, relatives aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.

**Arrêté interministériel du 05 mai 1996**, fixant la liste des accidents présumés d'origine professionnelle, ainsi que les annexes 1 et 2.

**Décret exécutif n° 96-209** du 5 juin 1996, fixant la composition l'organisation et le fonctionnement du conseil national d'hygiène de sécurité et de médecine du travail.

**Décret n°97-424** du 11 novembre 1997, fixant les conditions d'application de l'article V de la loi n° 83-13 modifiée et complétée relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles.

**Arrêté interministériel du 09 juin 1997**, fixant la liste des travailleurs où les travailleurs sont fortement exposés aux risques professionnels.

**Décret exécutif n°91-05** du 19 janvier 1991, relatives aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.

**Décret n°01-342** du 28 octobre 2001, relatif aux prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs.

**Décret exécutif n° 03-451** du 1er décembre 2003 définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.

**Décret exécutif n°05-09** du 8 janvier 2005, relatif aux commissions paritaires et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité.

**Décret exécutif n°05-10** du 8 janvier 2005, fixant les attributions, la composition, l'organisation et le fonctionnement du comité inter-entreprises d'hygiène et de sécurité.

**Décret exécutif n°05-11** du 8 janvier 2005, fixant les conditions de création, d'organisation et de fonctionnement du service d'hygiène et de sécurité ainsi que ses attributions.

**Décret exécutif n°05-12** du 8 janvier 2005, relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.

**Décret présidentiel n° 06-59** du 11 février 2006 portant ratification de la convention 155 concernant la sécurité, la santé des travailleurs et le milieu de travail, adoptée à Genève le 22 juin.

## Annexe N°2 : Inventaire des accidents et leurs causes selon la fonction

Fonction	Accident	Causes probables des accidents
<p align="center"><b>Manœuvre</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Chute de plain-pied</b> : encombrement, escaliers, terrain accidenté</li> <li>- <b>Chute de hauteur</b> : échafaudage, échelle, terrasse, toiture, trémie</li> <li>- <b>Risque routier</b></li> <li><b>Eboulement/effondrement</b> : ouvrage</li> <li>- <b>Ruine d'échafaudage</b></li> <li>- <b>Renversement d'engin</b> : chantier</li> <li>- <b>Emploi de machine dangereuse</b> : scie circulaire, disque usé, ponceuse</li> <li>- <b>Emploi d'outil à main/matériau tranchant/contondant</b> : masse, malaxeur, bétonnière, scie à main</li> <li>- <b>Chute d'objet</b></li> <li>- <b>Projection particulière</b> : poussières, éclats</li> <li>- <b>Agression par agent chimique</b> : ciment, adjuvants, résine</li> <li>- <b>Renversement</b> par engin/véhicule</li> <li>- <b>Contact</b> avec conducteur sous tension (ligne électrique aérienne pour travaux en toiture ou façade, rallonge et baladeuse)</li> <li>- <b>Emploi d'appareil sous pression</b> : rupture flexible (marteau piqueur)</li> </ul>	<p>Travaux en hauteur ;  Manipulation de charges considérables ;  Exposition aux risques électriques, incendie et explosion et aux fumées toxiques en travaillant aux côtés des soudeurs ;  Exposition aux risques d'utilisation de la meule, de fumées toxiques et poussières nuisibles en travaillant aux côtés des meuleurs ;  Exposition aux gaz et hydrocarbures toxiques en travaillant aux côtés des peintres ;  Travaux en espace confiné et non aéré ;  Mauvais éclairage ;  Circulation d'engin ;  Conditions climatiques (chaleur, froid, etc.)  Fatigue et stress (régime de travail... ;  Inaptitude au poste ;  Non respect des procédures de travail ;  Défaut des équipements de protection collective ;  Non port des équipements de protection individuelle ;</p>
<p align="center"><b>Monteur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Chute hauteur</b> : échafaudage, trémie, échelle</li> <li>- <b>Port manuel charge</b> : matériel, (éléments échafaudage) matériau</li> <li>- <b>Chute objet</b> : matériel, matériau, outil</li> <li>- <b>Chute plain-pied</b> : encombrement, dénivellation, escalier</li> <li>- <b>Contact électrique</b> : ligne</li> </ul>	<p>Travaux en hauteur ;  Manipulation de charges considérables ;  Exigüité des postes de travail ;  Conditions climatiques (chaleur, froid, etc.) ;  Fatigue et stress (régime de travail... ) ;  Non respect des règles de sécurité ;  Non respect des procédures de travail ;</p>

	aérienne - <b>Risque routier</b> - <b>Emploi outil à main/matériau tranchant/contondant:</b> marteau - <b>Projection particulaire :</b> corps étranger - <b>Ruine échafaudage :</b> mauvaise stabilisation, prise au vent - <b>Renversement par véhicule :</b> voie circulée - <b>Déplacement</b> ouvrage étroit: heurts de structure	Absence des équipements de protection collective ; Non port des équipements de protection individuelle Equipements de protection en travaux en hauteur inadéquats ou défectueux (harnais de sécurité, stop-chute,...) ;
<b>Soudeur Et Meuleur</b>	- <b>Agression agent thermique :</b> chaleur (projection métal, flamme) - <b>Projection particulaire :</b> corps étranger - <b>Chute de hauteur</b> - <b>Chute plain-pied :</b> dénivellation, encombrement - <b>Chute objet :</b> matériau - <b>Port manuel charge:</b> bouteilles gaz - <b>Agression agent chimique :</b> contact, inhalation, ingestion - <b>Explosion :</b> bouteille, gaz, chalumeau, flexible - <b>Incendie :</b> bouteille, gaz, chalumeau, flexible - <b>Travail milieu confiné :</b> cuve - <b>Déplacement</b> en ouvrage étroit - <b>Risque routier</b> - <b>Agression par agent thermique :</b> chaleur (laitier soudure) - <b>Travaux rayonnement non ionisant :</b> soudage, ultraviolet (coup d'arc) - <b>Port manuel de charge</b> - <b>Emploi de machine dangereuse :</b> portative (meuleuse) - <b>Projection particulaire :</b> corps étranger - <b>Contact électrique</b> - <b>Agression par agent</b>	Exposition aux fumées toxiques ; Travaux en hauteur ; Poste de travail limité ; Bruits et mauvais éclairage ; Conditions climatiques (chaleur, froid, etc.) ; Fatigue et stress (régime de travail...) ; Non respect des règles de sécurité ; Non respect des procédures de travail ; Absence des équipements de protection collective ; Non port des équipements de protection individuelle ; Equipements de protection en travaux en hauteur inadéquats ou défectueux (harnais de sécurité, stop-Chute, tec.) ;

	<p><b>chimique</b> : contact, inhalation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Explosion</b> : bouteille, gaz</li> <li>- <b>Incendie</b> : bouteille, gaz</li> <li>- <b>Travail en milieu confiné</b> : tuyau, cuve</li> </ul>	
<b>Chaudronnier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Port manuel de charge</b> : pièces, matériel</li> <li>- <b>Projection particulaire</b> : corps étranger</li> <li>- <b>Chute d'objet</b></li> <li>- <b>Chute de plain-pied</b> : encombrement</li> <li>- <b>Contact électrique</b></li> <li>- <b>Agression par agent thermique</b> : laitier soudure ou plasma coupage</li> <li>- <b>Travaux rayonnement non ionisant</b> : soudage (coup d'arc)</li> <li>- <b>Emploi de machine dangereuse</b> : fixe (cisaille, guillotine, plieuse...), mobile (boulonneuse, tronçonneuse)</li> <li>- <b>Emploi d'outil à main/matériau tranchant/contondant</b> : profilé, tôle</li> </ul>	<p>Travaux en hauteur ; Utilisation des équipements électriques et coupants (machines, outil, etc.) ; Exposition aux fumés toxiques et poussières nuisibles Travaux en espace confiné ; Bruits et mauvais éclairage ; Exiguïté des postes de travail Conditions climatiques (chaleur, froid, etc.) ; Fatigue et stress (régime de travail...) ; Inaptitude au poste ; Non respect des procédures de travail ; Absence des équipements de protection collective ; Non port des équipements de protection individuelle ;</p>
<b>Mécanicien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Chute plain-pied</b> : surface glissante, obstacle</li> <li>- <b>Chute hauteur</b> : engin, fosse graissage</li> <li>- <b>Chute objet</b> : matériel, outil</li> <li>- <b>Agression agent chimique</b> : contact, projection</li> <li>- <b>Agression agent thermique</b> : chaleur, coup chaleur, froid, gelure</li> <li>- <b>Emploi appareil sous pression</b> : nettoyage haute pression, éclatement de pneu</li> <li>- <b>Contact électrique</b> : baladeuse, armoire électrique, rallonge</li> <li>- <b>Explosion, incendie</b></li> <li>- <b>Risque routier</b> : trajet, mission</li> <li>- <b>Manutention manuelle lourde</b> : Contraintes posturales</li> </ul>	<p>Manipulation des charges considérables Exiguïté des postes de travail ; Conditions climatiques (chaleur, froid, etc.) ; Fatigue et stress (régime de travail...) ; Non respect des procédures de travail ; Absence des équipements de protection collective ; Non port des équipements de protection individuelle</p>

<p><b>Maçon</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Chute plain-pied</b> : surface glissante, obstacle</li> <li>- <b>Chute hauteur</b> : engin, fosse graissage</li> <li>- <b>Chute objet</b> : matériel, outil</li> <li>- <b>Agression agent chimique</b> : contact, projection</li> <li>- <b>Agression agent thermique</b> : chaleur, coup chaleur, froid, gelure</li> <li>- <b>Emploi appareil sous pression</b> : nettoyage haute pression, éclatement de pneu</li> <li>- <b>Contact électrique</b> : baladeuse, armoire électrique, rallonge</li> <li>- <b>Explosion, incendie</b></li> <li>- <b>Risque routier</b> : trajet, mission</li> <li>- <b>Manutention manuelle lourde</b> : Contraintes posturales.</li> </ul>	<p>Utilisation des équipements métalliques (marteaux, Clous,); Circulation des engins ; Travaux en hauteur etc. ; Exigüité des postes de travail ; conditions climatiques (chaleur, froid, etc) ; Fatigue et stress (régime de travail...) Non respect des procédures de travail Absence des équipements de protection collective ; Non port des équipements de protection individuelle</p>
<p><b>Peintre</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Chute hauteur</b> : échafaudage, corde, charpente, échelle,</li> <li>- <b>Chute d'objet</b></li> <li>- <b>Chute de plain-pied</b></li> <li>- <b>Port manuel de charge</b></li> <li>- <b>Projection particulière</b> : corps étranger</li> <li>- <b>Emploi appareil sous pression (pistolet peinture</b> : risque injection), haute pression</li> <li>- <b>emploi machine dangereuse</b> : mobile, portative</li> <li>- <b>ruine</b> échafaudage, mauvaise stabilisation, prise au vent</li> <li>- <b>renversement engin</b></li> <li>- <b>agression agent chimique</b> : contact, inhalation, ingestion, projection</li> <li>- <b>agression agent thermique</b> : chaleur (brûlage peinture)</li> <li>- <b>travail milieu confiné</b> : atmosphère toxique, atmosphère pauvre en oxygène</li> <li>- <b>explosion</b> : atmosphère explosive silo</li> <li>- <b>incendie</b></li> <li>- <b>contact électrique</b> : machine électrique, ligne aérienne(pylone)</li> <li>- <b>déplacement ouvrage étroit</b> : cuve, heurt structure, pylône</li> <li>- <b>risque routier</b></li> </ul>	<p>Travaux en hauteur ; Exposition aux gaz et hydrocarbures Toxiques Travaux en espace confiné et non aéré ; Mauvais éclairage ; Exigüité des postes de travail ; Conditions climatiques (chaleur, froid, ... ) ; Fatigue et stress (régime de travail...) Inaptitude au poste ; Non respect des règles de sécurité Non respect des procédures de travail Absence des équipements de protection</p>

### **Annexe N°3 : Causes probables des accidents**

- **Causes probables des chutes des travailleurs**

Ceci est dû principalement aux travaux en hauteur. Les causes les plus fréquentes de chutes sont :

- Montage d'équipements pour réaliser des travaux en hauteur (échafaudage, plateforme, etc.) sans protection collective (garde corps et plinthe) ;
- Travaux en hauteur sans moyens de protections individuelles (harnais, cordes, etc.)
- Non respect des procédures de travail ;
- Utilisation d'équipements dans des conditions non ergonomiques ;
- Utilisation de matériels non conformes ;
- Inaptitude des personnels de montage des équipements pour réaliser des travaux en hauteur ;
- Absence d'entretien des équipements ;
- Inaptitude ou absence de formation des personnels concernés par ces activités ;
- Accès mal conçus, etc.

- **Causes probables des accidents dues aux chutes d'objets**

- Absence de plinthes dans les échafaudages et passerelles ;
- Postes de travail mal organisés ;
- Non respect des règles de sécurité ;
- Non port des équipements de protection individuelle (casque) ;
- Négligence des travailleurs ;
- Fausse manipulations.
- Inaptitude au poste ;
- Mauvaises fixations, etc.

- **Causes probables des accidents dues aux objets en cours de manutention mécanique**

- L'opération de manutention est une activité à risque dans la mesure où différents types d'équipements sont utilisés, ce qui augmente la probabilité d'occurrence d'accidents. La combinaison de plusieurs causes peut générer ces accidents. Il s'agit entre autre de : Défauts apparents ou cachés dans l'équipement utilisé dans la manutention tel que pièce desserrée ou manquante ;
- Accessoires de levage (élingue, manille, câble) en mauvais état ou complètement défaillant ;
- Non respect du plan de levage et manutention ;
- Non respect des procédures de travail ;
- Non respect de la charge maximale d'utilisation ;
- Erreur lors de l'équilibrage de la charge ;
- Erreur de calcul de la charge que doit subir chaque élingue si plusieurs sont utilisées ;
- Utilisation non conforme des équipements (autres que celles prévues par le design)
- Inaptitude du manipulateur d'équipement ;
- Absence du flag man ;
- Plusieurs personnes jouent le rôle du flag man ;
- Présence de personnes dans l'aire de manutention ;
- Fausse manœuvres ;
- Accessoires de levage non attachés correctement;
- Charge suspendue sans surveillance ;

## Annexe N°4 : Causes communes des accidents

Causes probables communes
<ul style="list-style-type: none"><li>• chutes de personnes ;</li><li>• chutes d`objets ;</li><li>• contact avec les objets immobiles ;</li><li>• fausse manoeuvre ;</li><li>• présence d`obstacle non signale ;</li><li>• absence de procédure de travail ;</li><li>• défaillances dues aux procédures;</li><li>• poste de travail mal organisé ;</li><li>• inaptitude au poste ;</li><li>• non respect des procédures ;</li><li>• non respect des règles de la conduite ;</li><li>• pas de port des EPI ;</li><li>• conditions climatiques;</li><li>• défaillance due à l`homme ;</li><li>• utilisation non conforme des équipements (autres que celles prévues par le design)</li><li>• défaut d`entretien des équipements</li><li>• négligence des travailleurs ;</li><li>• utilisation des équipements ou produits non identifiés ;</li><li>• absence de formation des travailleurs</li><li>• manipulation de charges</li><li>• exigüité des postes de travail</li><li>• conditions climatiques (chaleur, froid, vend de sable...) ;</li><li>• fatigue et stress (régime de travail...) ;</li><li>• absence des équipements de protection collective ;</li><li>• non port des équipements de protection individuelle ;</li><li>• travaux en espace confiné ;</li><li>• bruits et mauvais éclairage ;</li><li>• etc.</li></ul>

### Annexe N°5 : Recommandations générales de Sécurité spécifiques à certains travaux

Nous avons proposé dans ce qui suit des consignes et des recommandations spécifiques aux travaux suivants :

- Soudage au chalumeau
- Soudage à l'arc électrique
- Levage
- Echafaudage
- Manutention manuelle

#### **a. Soudage au Chalumeau**

- Avant de commencer tout travail de soudage vérifier si une autorisation de travail à chaud est nécessaire et s'il existe des conditions spéciales nécessitant par exemple une surveillance anti-incendie.
- Seuls les agents correctement formés et homologués sont autorisés à utiliser les équipements pour les travaux de soudage, brûlage ou de coupe.
- Inspecter tous les câbles, touches flexibles manomètre et autres équipements chaque jour avant leur utilisation.
- Avant de raccorder le détendeur sur une bouteille, ouvrir doucement la vanne de la bouteille pour éliminer toute particule étrangère. S'assurer que la pression de l'oxygène du Mano détendeur ne dépasse pas 1bar du côté chalumeau.
- Utiliser uniquement des flexibles agréés pour l'oxygène et le gaz comprimé.
- Ne jamais plier les flexibles sous pression pour les connecter ou les déconnecter
- Pour allumer un chalumeau, ouvrir d'abord le robinet de gaz combustible avant d'ouvrir le robinet d'oxygène .Ne jamais utiliser de briquet ou allumettes, mais un dispositif d'allumage à étincelles agréé.
- Ne pas introduire une bouteille d'oxygène dans un espace clos ou mal aéré,
- Il peut avoir accumulation de gaz. Porter un masque respiratoire agréé dans les zones
- de soudage où il y a des vapeurs.
- Ne jamais chauffer un objet posé à plat sur une surface en béton, s'assurer qu'il existe un espace vide car le béton peut exploser lorsqu'il est soumis à une chaleur intense. La graisse et les huiles peuvent exploser au contact de l'oxygène
- Utilisez des lunettes de protection agréées .Ne jamais placer les câbles, et les flexibles de gaz le long des passages ou escaliers. Ils causent des chutes graves
- Ne jamais souffler de l'air comprimé sur les cheveux, la peau ou sur des vêtements.

#### **b. Soudage à l'Arc**

- Utilisez un casque et des lunettes agréées équipées d'un filtre entre les deux verres de protection.
- Les raccordements de mises à la terre doivent être effectués aussi près que possible de la pièce à souder, en outre les équipements de soudage doivent être mis à la Terre séparément
- Ne jamais souder lorsque les pieds du soudeur sont dans l' eau ou sur une échelle métallique

- Ne jamais amorcer l'arc sur une bouteille de gaz. A la fin des travaux vous êtes responsable de votre poste à souder et du travail que vous avez réalisé.

### **c. Levage**

- Les opérations de levages doivent être planifiées et supervisées par un personnel qualifié et formé dans ce domaine.
- Avant d'entreprendre toutes manœuvres s'assurer que l'espace de travail soit totalement évacué par les agents.
- Ne jamais utiliser un appareil de levage delà de ses capacités normales; avant chaque opération déterminer préalablement le poids de chaque Charges.
- Prendre un maximum de précautions et sélectionner des élingues, manilles, crochets et palans de bonnes qualités et en bon état. Déterminer préalablement leurs capacités admissibles.
- Utiliser des matériaux de rembourrage pour protéger les élingues des angles aigus, tranchants et des arêtes vives.
- Ne jamais laisser un chargement sans surveillance ou partiellement attaché suspendu à un appareil de levage.
- Ne pas utiliser des tubes ou des canalisations pour supporter des palans.
- Ne jamais décrocher une charge avant de s'assurer que celle-ci repose bien sur le sol.
- Tous les crochets doivent être munis de dispositifs de fermeture de sûreté.
- S'assurer que la Charge est toujours directement centrée en dessous de l'extrémité de la flèche et au centre du crochet.
- Les angles des élingues qui soutiennent une charge par les cotés ne doivent pas être inférieures à 60°.

### **d. Echafaudage**

- Ne jamais construire un échafaudage de fortune.
- Les échafaudages doivent être construits par un personnel qualifié faisant preuve de conscience et de méticulosité particulière.
- L'échafaudage doit être installé sur une surface plate, solide, capable supporté la charge maximale sans tassement.
- Lorsque la hauteur de l'échafaudage est supérieure à trois (3) fois la mesure de la plus petite de ses bases, l'échafaudage doit être attaché ou stabilisé
- par des élingues pour éviter tout balancement ou déplacement.
- Le personnel travaillant sur un échafaudage non équipé d'une plate forme ou garde de fous complets doit porter une ceinture de sécurité et l'attacher à l'échafaudage.
- Les échafaudages à plates- formes doivent être munis de Garde-fous d'au moins 1 mètre de haut, de rambardes d'au moins 0,50 cm et d'un plancher complet équipé d'un rebord intérieur sur les quatre côtés.
- Ne jamais attacher l'échafaudage à des gardes de fous, des rambardes, ou des renforts.
- Pour monter ou descendre utiliser les échelles prévues sur l'échafaudage, ne jamais grimper ou travailler en prenant appui sur des garde- fous rambarde ou renforts.
- Les vis de réglage ne doivent jamais être utilisées sur un échafaudage roulant, et ne doivent jamais être dévissées de plus de 30 cm sur un échafaudage fixe.

- Le bois utilisé pour la plate forme doit être de qualité et être peint en vert sur plus de 30cm de chaque coté et doit mesuré 5cmx 3m minimum.
- Ne pas travailler en hauteur par jour d'orage ou de grand vent.

### **e. Manutention manuelle**

- Le matériel doit être entreposé par étages bien empilé de manière à éviter les glissements et les chutes
- Les couloirs et passages doivent être dégagés pour éviter les trébuchements.
- Ne jamais bloquer les accès ou issues d'urgences, ni de cacher des boîtiers de déconnection électrique.
- Porter systématiquement des gants pour toutes manipulations.
- Les bouteilles de gaz doivent être stockées verticalement dans une zone réservée à cet effet, pendant les manipulations il y a lieu de retirer les manomètres et installer les bouchons.
- Les bouteilles d'oxygène et d'acétylène doivent être stockées séparément.

### Annexe N°7 : Fiche d'estimation du cout d'accident

- **Cout directe**

Traitement médical	
--------------------	--

- **Évaluations de la perte de temps et production**

Coût perdu en parlant au sujet de l'incident par les ouvriers (définir les fonctions et le temps perdu)	
Coût perdu en raison d'aider le blessé (définir le temps et les fonctions)	
Coût perdu en raison de l'investigation du superviseur (définir le temps)	
Coût perdu en raison de l'investigation du manager (définir le temps)	
Coût perdu en raison d'être avec le blessé dans la clinique (définir le temps, le nombre et les fonctions des personnes)	
Coût perdu en payant le blessé pour les heures non travaillées	
Coût perdu par le secrétaire (définir le temps)	
Coût perdu en raison du manque dans la production (définir le temps de retard)	
Coût estimé du carburant utilisé pour transporter le blessé et faire le demi-tour	
Coût perdu en payant un remplaçant du blessé	
Coût perdu en formant le remplaçant du blessé	
<b>TOTAL des coûts</b>	

**Nota :**

La méthode consiste à déterminer le salaire horaire pour chaque travailleur par exemple :

Un chaudronnier gagne 28000 DA par mois, pour calculer son salaire par heure on fait :  $28000 / (30 * 24) = 38.88$  DA/heure.

Calculer le coût perdu en multipliant le nombre d'heures perdus par le salaire horaire du travailleur suivant chaque situation précise.

**Annexe N°8 : Recommandations sur les EPI**

**Classement des EPI**

Catégorie	Risque	Certification	Marquage	Exemples
I	Mineur	Auto-certification	CE	Lunettes de soleil, gants de jardinage, vêtements de pluie, gants de vaisselle, gants cotons...
II	Spécifique	Examen CE de type	CE	Protecteurs auditifs, protecteurs oculaires, chaussures, bottes, visières, gants, casques...
III	Majeurs (grave, mortel, irréversible)	Examen CE de type et contrôle qualité en production	CE XXXX(1)	Harnais anti-chute, appareil de protection respiratoire, protection contre la chaleur (+ de 100°C), contre l'électricité, les agressions chimiques, gilets de sauvetage...



**Protection des yeux et du visage**



**Lunettes simples** : projections frontales de solides.



**Masques de soudeurs** : rayonnements, projections incandescentes.



**Masques** : projections de solides, poussières, produits chimiques, arc électrique.



**Protection des voies respiratoires**



**Les masques filtrants:** filtration de l'air ambiant.



**Quart de masque :** masque antiparticules.



**Masque complet** (avec cartouche adaptée au risque).

...

**Remarque :** Il ne faut jamais utiliser d'appareils filtrants dans des espaces confinés et non ventilés ainsi que dans des locaux où le taux d'oxygène risque d'être inférieur au minimum de **17%** requis.

**Les appareils isolant**





### Protection auditive

				
Serre-tête	Serre-tête monté sur casque	Bouchons d'oreille formables (mousse, fibre)	Bouchons d'oreille préformés	Bouchons moulés individuels

### Différents types des PICB (Protection Individuelle Contre le Bruit)



### Travail en hauteur, protection contre les chutes



Le système de liaison est constitué soit par un :

<b>Absorbeur d'énergie (NF EN 355) intégré à une longe (NF EN 354 )</b> qui amortit la chute. La longe ne doit jamais excéder 2 mètres.	
<b>Antichute à rappel automatique (NF EN 360).</b> C'est un système qui se bloque dès que l'accélération de l'utilisateur est trop importante.	
<b>Antichute mobile sur support d'assurage rigide</b> (coulisseau dans un rail par exemple) <b>ou flexible</b> (coulisseau sur corde par exemple) (NF EN 353).	

- Le **dispositif d'ancrage** du système d'arrêt de chute doit être accessible en sécurité et doit se situer au-dessus du poste de travail. Il convient de s'assurer des caractéristiques des ancrages.





## Protection des mains

### Risques chimiques



### Risques mécanique



### Risques thermiques



### Risques par le froid



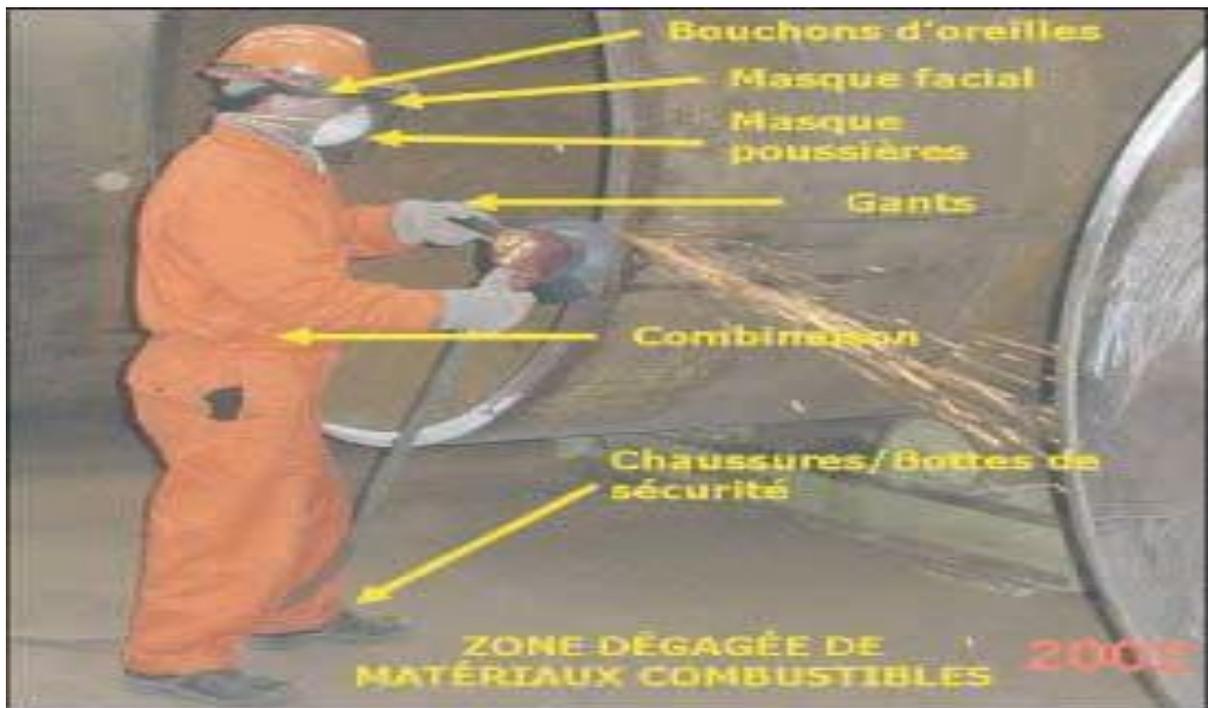
- EPI pour une opération de sablage



- EPI pour les peintres



- EPI d'une opération de meulage



- Équipements de protection individuelle et autres équipements utilisés en espaces confinés

<p>Détecteur de gaz mobile</p> 	<p>Autosauveteur</p> 
<p>Longe de sécurité</p> 	<p>Lampe frontale ou portable</p> 
<p>Harnais de sécurité</p> 	<p>Ventilation mécanique mobile</p> 
<p>Casque Lunettes de protection ou écran facial</p> 	<p>Trousse de secours</p> 
<p>Chaussures de sécurité/bottes de sécurité</p> 	<p>Sac à matériel</p> 
<p>Gants</p> 	

## Résumé

Ce travail comprenait les différents concepts et fondements liés aux risques possibles dans une complexe gazière et les méthodes les plus importantes d'analyse des risques. Nous avons également abordé les types de risques professionnels et leur explication.

Il comprenait également une explication et un détail de l'analyse de la sécurité du travail, ainsi que la définition de la maintenance et tout ce qui concerne les étapes de travail en maintenance préventive et les cinq règles pour appliquer une maintenance sûre.

Les statistiques d'accidents du travail pendant cinq ans ont été étudiées et les applications des méthodes d'analyse des risques en son sein et comparées aux entreprises qui travaillent au sein d'un complexe gazier, ont également été abordées.

Enfin, nous avons également traité une synthèse de l'étude relative à l'installation, qui nous a permis d'évaluer les risques professionnels liés aux activités de maintenance et de mettre en place les mesures de prévention nécessaires.