



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

محمد بن أحمد 2 جامعة وهران

Université d'Oran 2

معهد الصيانة و الأمن الصناعي

Institut de Maintenance et de sécurité Industrielle

Département Sécurité industrielle et environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème

**Evaluation des risques industriels par l'approche QRA
« Quantitative Risk Assessment » d'un turbogénérateur**

Présenté et soutenu publiquement par :

DAOUDI Riyadh

et

ABADLI Mohammed

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Lalaoui Mohamed el Amine	MAA	IMSI / Univ Oran2	Président
Titah mawloud	MCB	IMSI / Univ Oran2	Examineur
Guertarni Islam Hadj Mohamed	MCB	IMSI / Univ Oran2	Encadreur

Année 2020/2021

Remerciement

*Tout d'abord à dieu qui nous a donné la force Pour
terminer ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier nos chers parents pour
leurs soutiens au long de nos études.*

*Toutes nos infinies gratitudes à Monsieur G.
MOHAMMED ISLAM pour son encadrement et
ses aides précieuses.*

*Nous remercions aussi les membres de jury qui
nous ont fait l'honneur d'accepter le jugement de
notre travail.*

*Notre sincère reconnaissance à nos enseignants du
département Sécurité Industriel et Environnement.
Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribué
de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste
travail, trouvent ici l'expression de notre profondes
gratitudes et respects.*

Evaluation des risques industriels par approche QRA d'un turbogénérateur

Résumé :

Au niveau des sites pétrolier les risques industriels sont considérés comme des risques fréquents car les tâches de nos jours deviennent de plus en plus complexes, on cite trois classifications des risques selon deux critères essentiels, on a des risques acceptables, des risques tolérables et des risques inacceptables, à cet effet il est nécessaire de mettre en œuvre de mesures importantes en matière de prévention des accidents et de protection des personnes, Par ce présent mémoire une étude bibliographique a été menée sur l'évaluation quantitative des risques et sur le système de management de la santé et sécurité au travail d'une manière générale, par la suite une présentation de généralité sur notre cas d'étude soit la turbine à gaz, une élaboration d'un questionnaire pour les personnes qui sont en contact direct avec les turbogénérateurs et de différentes divisions dans la centrale électrique TFT a été élaborée pour identifier les risques, après traitement et analyse des réponses, une étude plus approfondie a été établie par l'intégration du logiciel PHA pour évaluer les risques c'est-à-dire déterminer la criticité avant et après les recommandations proposées pour diminuer et maîtriser le plus possible les risques.

Mots clés : QRA, EVRP, Turbine, questionnaire, mesures de sécurité.

Industrial risk assessment by QRA approach of a turbogenerator

Abstract:

In oil sites, industrial risks are considered as more frequent. Due to the complexity of tasks in work, we cite three risk classifications according to two essential criteria, we have acceptable risks, ALARP risks and unacceptable risks, for this purpose it is necessary to implement important measures in terms of accident prevention and protection of people, By this present report a bibliographic study was provided on the quantitative risk assessment and on the management system of health and safety at work in general, subsequently the gas turbine was chosen for the realization of our practical study, a questionnaire was developed for people who have a direct contact with the turbogenerators and its different divisions in the TFT power station to identify the risks, after collecting the answers a statistical analysis on the risks inherent was done, for a more in-depth study we integrated PHA software to assess the risks i.e. determined the criticality before and after the recommendations that we proposed to reduce and master the risks as much as possible.

Key words: QRA, risk assessment, safety measures, Turbine

Acronymes et Abréviations :

AAE : Analyse par Arbre d'Événements

AdD : Arbre des défaillances

AdE : Arbre des événements

ALARP : en anglais 'As Low As Reasonably Practicable'

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

APR : Analyse Préliminaires des Risques

AT : Accidents du Travail

MP : Maladies Professionnelles

CdV : Cycle de Vie

CE : Communauté Européen

CEE : Conseil des Communautés Européennes

CEI : Commission électrotechnique internationale

CEN : Comité Européen de Normalisation

DRH : Direction de Ressources Humaines

EvRP : Evaluation des Risques Professionnelles

GL : Gaz lift

GRM : Gestion des Risques Machines

HAZOP: HAZard and OPerability study

HP/BP : Haute pression/Basse pression

INRS : Institut National de la Recherche et de Sécurité

ISO : International Organization for Standardization

OHSAS : en anglais 'Occupational Health and Safety Assessment Series'

OIT : Organisation Internationale du Travail

PhD : Phénomène Dangereux

QRA : Quantitative Risk Assessment

RM : Risques Machines

S&ST : Santé & Sécurité au Travail

SM : Sécurité des Machines

SMS : Système de Management de la Santé et de la sécurité au travail

TAC : Turbine à combustion

TFT : Tin Fouyé Tabankour

Remerciement.....	i
Résume.....	ii
Abstract.....	ii
Acronymes	et
	Abréviations
.....	iii
Listes des figures	iv
Listes	des
tableaux.....	vi
Introduction	générale
.....	1
I. Chapitre 1 : Généralités sur l'évaluation des risques	2
I.1 Introduction :	2
I.2 Concepts généraux	2
I.2.1 Notion danger	2
I.2.2 Notion risque	2
I.2.3 Notion exposition	2
I.2.4 Notion Dommage	2
I.2.5 Criticité	3
I.2.6 Notion Sécurité	4
I.2.7 Gestion du risque	4
I.2.8 Évaluation du risque	5
I.2.9 Réduction du risque	5
I.2.10 Risque acceptable	5
I.3 Aspect réglementaire et normatif	5
I.3.1 Réglementation Européenne	5
I.3.2 Réglementation algérienne	6
I.3.3 Aspect Normatif	6
I.4 L'évaluation des risques professionnels (EvRP).....	7
I.4.1 Définition :	7
I.4.2 Principe de l'évaluation	7
I.5 Méthodes d'analyse des risques	8
I.5.1 Méthodes Qualitative	8
I.5.2 Méthodes quantitatives	10
I.5.3 Les différentes méthodes intégrées d'analyse des risques	12
I.5.4 Le choix de la méthode	13
I.5.5 Evaluation quantitative des risques (Quantitative Risk Assessment) :	13
I.6 Les étapes de l'évaluation des risques	16

I.6.1	Description de l'organisation et la méthodologie utilisée	16
I.6.2	La démarche d'évaluation des risques	17
I.7	Système management de de la santé et de la sécurité.....	19
I.7.1	Définition	19
I.7.2	La Norme international ISO 45001	20
I.7.3	L'importance de la norme ISO 45001 pour l'efficacité de système management de santé et de la sécurité au travail	20
I.7.4	Les Bases de la norme pour un système de management de santé et de la sécurité au travail	21
I.7.5	La démarche de la mise en place d'un système management de la santé et de la sécurité au travail	23
I.8	Conclusion	26
II.	Chapitre 02 : Turbine à gaz	27
II.1	Introduction	27
II.2	Généralité sur la Turbine à gaz	27
II.2.1	Définition	27
II.2.2	Historique des turbines à gaz	28
II.2.3	Domaines d'utilisations des turbines à gaz	28
II.2.4	Composition d'une turbine à gaz	28
II.2.5	Principe de fonctionnement	29
II.2.6	Classification des turbines à gaz	29
II.2.7	Appellation des turbines à gaz	30
II.2.8	Limites techniques et Avantages des turbines à gaz	30
II.3	Risques professionnels liés à la turbine à gaz	31
II.3.1	Risques liés au bruit	31
II.3.2	Risques liés au ambiances thermique.....	31
II.3.3	Risques liés aux produits, aux émissions	32
II.3.4	Risques liés à la manutentions mécanique	32
II.3.5	Risque de chute de hauteur.....	32
II.3.6	Risques liés à l'électricité	33
II.4	Les Système de contrôle et de protection au niveau d'une turbine à gaz	33
II.4.1	Les systèmes de contrôle	33
II.4.2	Les systèmes de protection de la turbine à gaz	34
II.5	Exemple d'un scénario catastrophique dans un site industriel liés à la turbine à gaz	36
II.6	Conclusion :	37

III.	Chapitre 03 : Description de la centrale électrique Tin Fouyé Tabancourt	38
III.1	Introduction :.....	38
III.2	Présentation du site industriel	38
III.2.1	Historique de la région	38
III.2.2	Situation géographique	38
III.2.3	Différents gisements de TFT	39
III.2.4	La centrale électrique TFT	42
III.3	Turbine à gaz (turbine à gaz MS 5001)	43
III.3.1	Description générale	43
III.3.2	Caractéristiques de la turbine à gaz MS 5001	44
III.3.3	Constitution de la turbine à gaz MS5001	45
III.3.4	Le système de commande SPEEDTRONIC Mark VI	47
III.4	La Démarche de l'EvRP sur la centrale électrique:	47
III.4.1	Rôle et responsabilité de la direction centrale HSE Sonatrach	47
III.4.2	Mise en œuvre de l'EvRP.....	49
III.4.3	L'audit :	51
III.5	Exploitation et contrôle de la turbine à gaz	51
III.5.1	Système de lancement :	51
III.5.2	Causes de mauvais fonctionnement :	53
III.6	Conclusion :	53
IV.	Chapitre 04 : Evaluation des risques au niveau d'une centrale électrique TFT à l'aide d'un questionnaire	54
IV.1	Introduction :.....	54
IV.2	Elaboration d'un questionnaire	54
IV.2.1	Constitution d'un échantillon représentatif.....	54
IV.2.2	Elaboration du questionnaire.....	55
IV.2.3	Analyses des données.....	56
IV.2.4	L'interprétation de nos résultats :.....	68
IV.3	Evaluation quantitative des risques liés a la turbine a gaz « Par logiciel PHA »... 69	
IV.3.1	Synthèse sur l'évaluation quantitative des risques	85
IV.3.2	Interprétations et résultats par logiciel PHA	86
IV.4	Les principales recommandations à retenir.....	87
IV.5	Revoir, communiquer et vérifier.....	88
IV.6	Conclusion	88
	Conclusion générale	89

Annexe 02 : Microsoft Excel :	92
Annexe 03 : Logiciel PHA-Pro 8	93

Listes des figures

Figure 1 : Exemple d'arbre des causes.....	11
Figure 2 : La méthode choisi pour évaluer le risque selon la complexité.....	14
Figure 3 : Choix de la méthode selon la classification du risque.....	14
Figure 4 : Roue deming, Methode PDCA	21
Figure 5 : Les étapes de la démarche de système management S&ST	23
Figure 6 : Schéma représentatif de la turbine à gaz	27
Figure 7 : Principe de fonctionnement d'une turbine à gaz	29
Figure 8 : Méthode d'appellation des turbines à gaz.....	30
Figure 9 : Schéma de principe des systèmes de protection[25].....	34
Figure 10 : Protection contre les surtempératures.....	35
Figure 11 : Protection contre les vibrations	35
Figure 12 : Situation géographique de TFT	39
Figure 13 : Schéma de la centrale électrique TFT	43
Figure 14 : Schéma descriptif d'une turbine à gaz	44
Figure 15 : Rotor de la turbine à gaz MS 5001	46
Figure 16 : Chambre de combustion	47
Figure 17 : Pourcentage de personnes soumis à une exposition sonore quotidienne supérieure à 80dB.....	57
Figure 18 : Pourcentage de la présence des mesures de bruit.....	57
Figure 19 : Le niveau d'éclairage autour des turbines.....	58
Figure 20 : l'existence des consignes de sécurité lors d'utilisation des outils pneumatiques.....	58
Figure 21 : Pourcentage de la connaissance de l'utilisation.....	59
Figure 22 : Pourcentage d'exposition aux produits chimiques.....	60
Figure 23 : Les Manutentions les plus existant dans les taches	60

Figure 24 : Les personnes formés pour les bons gestes de la manutention	61
Figure 25 : La formation professionnelle régulières des salariés.....	61
Figure 26 : Les vérification réguliers des appareils de manutentions.....	62
Figure 27 : : La présence des fils électriques accessibles aux salariés globaux .	63
Figure 28 : La présence des fils électriques accessibles aux salariés par chaque division	63
Figure 29 : Le risque industriel le plus fréquent dans les turbines à gaz	63
Figure 30 : La présence d'une rupture a une canalisation de gaz.....	64
Figure 31 : Possibilité d'avoir des menaces pour les aubes de la turbine	64
Figure 32 : Pourcentage de la présence d'une méthode de surveillance des différentes parties des turbines	65
Figure 33 : Pourcentage de la présence des mesures préventives pour les turbines	65
Figure 34 : La formation pour le risque incendie.....	66
Figure 35 : La définition des zones a risque d'explosion	66
Figure 36 : Des visites de sécurité sont-elles régulièrement pratiquées	67
Figure 37 : La présence d'un plan d'évacuation	67
Figure 38 : La présence d'une traçabilité des vérifications périodiques.....	67
Figure 39 : La présence d'un superviseur HSE en cas révision générale de la turbine.....	67
Figure 40 : Graphe nombre de conséquences en fonction de la gravité et de la probabilité 'avant recommandations'	86
Figure 41 : Graphe nombre de conséquences en fonction de la gravité et de la probabilité 'après recommandations'	87

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les niveaux de la gravité.....	3
Tableau 2 : Les niveaux de la probabilité	3
Tableau 3 : Matrice de risque	4
Tableau 4 : Exemple de tableau de type « APR »	9
Tableau 5 : exemple d'un arbre d'événement.....	12
Tableau 6 : Evaluation quantitative des risques	18
Tableau 7 : Les distances maximales d'effets par rapport à la chambre de combustion	37

Introduction
Générale

Introduction générale :

Avec la diversification et la complication des moyens mise à disposition des travailleurs, La protection de la Santé et de la Sécurité des Travailleurs (S&ST) et la réduction Des Accidents du Travail (AT) sont des préoccupations majeures des législateurs, des normalisateurs ainsi que des industriels qui déploient des démarches pour faire face au Problème récurrent des AT.

La sécurité des travailleurs, des machines et des installations est un élément essentiel pour ces démarches. Ainsi, les directives internationales et plus particulièrement européennes (Directive 2006/42/CE) 1 stipulent que les machines concernées, doivent satisfaire aux exigences essentielles de S&ST :

- Respecter le principe d'intégration de la sécurité dès la conception,
- Effectuer une analyse de risque et fournir une notice d'instructions,
- Constituer un dossier technique de construction,
- Apposer le marquage CE et établir une déclaration CE de conformité.

Parmi les machines qui jouent un rôle primordial dans les domaines d'activité industrielle, on trouve les machines génératrices de puissance, les turbines à gaz font partie de cette classe de machines.

La turbine à gaz est devenue de nos jours un élément principal dans toutes les installations de production d'énergie.

Bien que sont divers les risques résultants de ces installations sur la sécurité des personnes à travers l'activité professionnelle sur ces machines, d'où l'intérêt de renforcer la prévention des accidents du travail liés à de ces dernières et cela et due par la nécessité de mettre en œuvre une évaluation globale des risques adéquat pour juger si les objectifs de réduction des risques ont été atteints.

C'est dans ce contexte que s'intègre ce présent travail qui a pour but d'apporter des éléments de réponse à la problématique de l'évaluation des risques liés à la turbine à gaz pendant l'arrêt et au cours d'exécution des tâches bien déterminée.

Objectif :

Sur la base de ce qui précède, le but essentiel de ce mémoire est d'intégrer la méthode d'évaluation des risques 'QRA' pour gérer les risques résultant de la turbine durant la période d'arrêt et au cours d'exécution des tâches bien déterminée sur la turbine à gaz du model MS 5001 dans le centrale électrique TFT.

Organisation du mémoire :

Pour atteindre cet objectif, notre projet de fin d'étude se compose de quatre chapitres, présenté de la façon suivante :

- Le premier chapitre, représente une généralité sur l'évaluation des risques.
- Le deuxième, D'une façon générale relative aux turbines à gaz.
- Le troisième chapitre, dédié à la présentation de la centrale électrique TFT ou ont vas étudier plus précisément la turbine à gaz MS5001, ces déférents parties et systèmes.
- Le quatrième chapitre, Nous concluons notre travail en dressant une évaluation des risquesliés à la turbine à gaz MS5001, au niveau de la centrale électrique TFT.

Enfin, certaines informations complémentaires et utiles à notre étude sont regroupées en annexes.

Chapitre 01 :

Généralités sur l'évaluation des risques

I. Chapitre 1 : Généralités sur l'évaluation des risques

I.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons dans un premier temps présenter quelques termes et définitions liés à l'évaluation des risques ensuite on va décrire les différentes méthodes d'analyses et d'évaluations des risques. Enfin, on va définir la démarche d'un système management de santé et de la sécurité au travail

I.2 Concepts généraux :

I.2.1 Notion danger :

Selon Directive 96/82/EC (SEVESO II), 9 décembre 1996) : La propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement.

Selon la norme ISO 45001 : les dangers peuvent inclure les sources susceptibles de causer un dommage ou des situations dangereuses, ou des circonstances d'exposition potentielle conduisant à des traumatismes et pathologies.

I.2.2 Notion risque :

Le risque est souvent décrit en termes de sources de risques, d'événements potentiels, de leurs conséquences et de leurs vraisemblances. Un événement peut avoir plusieurs causes et conduire à de multiples conséquences. Les conséquences peuvent avoir un certain nombre valeurs discrètes, être des variables continues ou être inconnues. Les conséquences peuvent ne pas être discernables ou mesurables à première vue, mais peuvent s'accumuler au fil du temps. Les sources de risques peuvent inclure la variabilité inhérente ou les incertitudes relatives à divers facteurs, notamment le comportement humain et les structures organisationnelles ou les influences sociétales, pour lesquels il peut être difficile de prévoir si un événement particulier est susceptible de se produire. Il s'ensuit que le risque ne peut pas toujours être aisément présenté sous la forme d'un ensemble d'événements, de leurs conséquences et de leurs vraisemblances.[1]

I.2.3 Notion exposition :

La norme européenne EN 292 (EN 292/ISO 12100, 1995) comme : Situation dans laquelle une personne est exposée à un ou des phénomènes dangereux.

Le facteur d'exposition est estimé en fonction des besoins d'accès à la zone dangereuse, de la nature de l'accès, du temps passé dans la zone dangereuse, du nombre de personnes demandant l'accès et de la fréquence d'accès.[2]

I.2.4 Notion Dommage :

La notion de dommage caractérise les préjudices matériels, moraux ou environnementaux, directs ou indirects, immédiats ou différés, involontaires ou délibérés.[2]

I.2.5 Criticité :

Le niveau de risque est défini de longue date par une grandeur à deux dimensions associées à une phase précise de l'activité de l'installation étudiée et caractérisant un événement indésirable par :

Le niveau de gravité : évaluation des dommages potentiels aux personnes (létalité, blessures irréversibles) et des dégâts aux équipements (biens internes et externes à l'entreprise).

Tableau 1 : Les niveaux de la gravité

Gravité	Description
Mineure	Aucune blessure ou impact sur la santé
Significative	Blessures mineures ou impacts mineurs sur la santé
Grave	Blessures ou effets modérés sur la santé
Très grave	Mort ou blessure grave

Le niveau de probabilité : estimation de sa probabilité exposition au danger.[3]

Tableau 2 : Les niveaux de la probabilité

Probabilité	Description
Fréquent	Pourrait se produire sur une base annuelle (ou plus souvent)
Peu fréquent	Peut se produire plusieurs fois pendant la durée de vie de l'installation
Rare	Peut se produire une fois pendant la durée de vie de l'installation
Très rare	Ne devrait pas se produire pendant la durée de vie de l'installation

Matrice de risque : Généralement, les niveaux de gravité et de probabilité d'occurrence sont croisés dans une matrice de criticité afin de positionner les zones de risque.

Tableau 3 : Matrice de risque

Gravité Probabilité	Mineure	Significative	Grave	Très grave
Fréquent				Inacceptable
Peu fréquent				
Rare		Acceptable sous condition		
Très rare	Acceptable			

I.2.6 Notion Sécurité :

La sécurité est souvent définie par rapport à son contraire : elle serait l'absence de danger, d'accident ou de sinistre. Selon A. Desroches, A. Leroy, and F. Vallée, la sécurité concerne la non occurrence d'évènements pouvant diminuer ou porter atteinte à l'intégrité du système, pendant toute la durée de l'activité du système, que celle-ci soit réussie, dégradée ou ait échouée.

Et suivant le guide ISO/CEI 73 élaboré par l'ISO sur la terminologie du management du risque, la sécurité est l'absence de risque inacceptable, de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes, directement ou indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement.[4]

I.2.7 Gestion du risque :

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable. Cette définition, cohérente avec les concepts présentés dans les guides ISO/CEI 51 et 73, s'appuie, ainsi, sur un critère d'acceptabilité du risque.

De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes (voir figure I.) :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque).
- Acceptation du risque
- Maîtrise ou réduction du risque.[4]

I.2.8 Évaluation du risque :

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint. En pratique, cette phase peut être accompagnée d'une quantification détaillée et précise (simplifiée) par opposition à l'estimation des risques qui reste très des grandeurs qui caractérisent le risque.[4]

I.2.9 Réduction du risque :

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

De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable. De manière très générale, les mesures de maîtrise du risque concernent :

- La prévention, c'est-à-dire réduire la probabilité d'occurrence de la situation de danger à l'origine du dommage.
- La protection, visant à limiter la gravité du dommage considéré.

Les mesures de réduction du risque doivent être envisagées et mises en œuvre tant que le risque est jugé inacceptable.

I.2.10 Risque acceptable :

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.[4]

Par exemple, nous continuons à prendre l'avion malgré les accidents possibles du fait que la probabilité d'un écrasement conduisant aux décès des passagers est extrêmement faible.

Nous établissons généralement cet arbitrage en fonction des risques que nous encourrons par ailleurs, comme ceux induits par des phénomènes naturels : tremblements de terre, avalanches, inondations, etc.[4]

I.3 Aspect réglementaire et normatif :

I.3.1 Réglementation Européenne :

I.3.1.1 Exigence réglementaire relative aux santé et sécurité au travail :

- La directive n°89/391/CEE du conseil des Communautés européennes du 12 juin 1989, dite « directive cadre », définit les principes fondamentaux de la protection des travailleurs.

Elle concerne la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé.

Elle s'applique à tous les secteurs d'activité publics ou privés, excepté certaines activités spécifiques de la fonction publique et les services de protection civile.

Elle fixe des obligations pour les employeurs et pour les salariés.

Elle a placé l'évaluation des risques professionnels au sommet de la hiérarchie des principes généraux de prévention.

- Le décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 Portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs[5]

I.3.1.2 Exigence réglementaire relative aux émissions industrielles :

- Directive 2010/75/ UE du parlement européen et du conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution),
- Directive 2015/2193/ UE du parlement européen et du conseil du 25 novembre 2015 relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des installations de combustion moyenne

I.3.2 Réglementation algérienne :

- Loi n° 83-13 du 2 juillet 1983 relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles, p. 1210, JO n° 28, du 5 juillet 1983.
- Loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, p. 122.
- Loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail, JORA n°4 du 27 janvier 1988, p.84.
- Décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.
- 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 exécutif n°97-424 du 10 Rajab 1418 correspondant au 11 novembre 1997, fixant les conditions d'application du titre V de la loi n°83-13 du 2 juillet 1983 modifiée et complétée, relatif à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, p.12.J.O.R.A. N° 75 DU 12 R 11-1997.
- Décret exécutif n°02-427-2002, 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.
- Décret Exécutif n° 05-10 du 08 janvier 2005, fixant les attributions, la composition, l'organisation et le fonctionnement des comités inter- entreprises d'hygiène et de sécurité.
- Décret n° 05-11 du 08 janvier 2005 relative au service d'hygiène et sécurité.
- 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 1981[6]

I.3.3 Aspect Normatif :

- ISO 45001 : est la norme élaborée par l'ISO pour les organisations soucieuses d'améliorer la sécurité de leurs employés, de réduire les risques sur le lieu de travail et de créer des conditions de travail meilleures et plus sûres.

I.4 L'évaluation des risques professionnels (EvRP)

L'évaluation des risques professionnels (**EvRP**) constitue une étape cruciale de la démarche de prévention. Elle en est le point de départ. L'identification, l'analyse et le classement des risques permettent de définir les actions de prévention les plus appropriées, couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles. L'évaluation des risques doit être renouvelée régulièrement.

I.4.1 Définition :

L'évaluation des risques professionnels (**EvRP**) consiste à identifier les risques auxquels sont soumis les salariés d'un établissement, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles. Elle constitue l'étape initiale de toute démarche de prévention en santé et sécurité au travail. L'EvRP est une démarche structurée.[7]

I.4.2 Principe de l'évaluation [8]:

La démarche d'évaluation des risques s'appuie sur des principes contribuant à sa réussite et sa pérennité :

- **Afficher sa volonté de réaliser une évaluation des risques**

Lors de l'étape de préparation de l'évaluation, le chef d'entreprise s'engage sur les objectifs, les moyens et les modalités d'organisation et de communication.

- **Choisir les outils d'évaluation qui sont adaptés à son entreprise**

Plusieurs techniques, outils et guides-modes d'emploi existent. Cependant, l'employeur choisira celle ou celui qui est adapté à la taille de son entreprise, sa culture, la nature de ses activités...

- **S'organiser pour être autonome**

La réalisation en interne de l'évaluation des risques est à privilégier. Néanmoins, l'employeur peut s'appuyer sur des aides extérieures. Cette autonomie permet au chef d'entreprise de :

- ✓ Rester maître des décisions garantissant la maîtrise des risques,
- ✓ Contribuer à l'appropriation de la démarche par l'encadrement et les salariés.

- **Associer les salariés**

Les salariés sont les premiers concernés par les risques professionnels auxquels ils sont exposés. L'identification des risques, le classement des risques et les propositions d'actions de prévention font l'objet d'échanges avec les salariés et/ou leurs instances représentatives.

- **Décider des actions de prévention.**

L'EvRP est avant tout utile pour l'entreprise. Elle conduit à choisir des actions de prévention appropriées.

I.5 Méthodes d'analyse des risques :

I.5.1 Méthodes Qualitative :

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toute autre analyse. En effet, elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants [Villemeur, 1988]. Pour une bonne évaluation qualitative du risque, cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts [Kirchsteiger, 1999]. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au système étudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée.

De nombreux outils d'analyse et d'évaluation des risques à caractère qualitatif existent, parmi lesquels nous retrouvons l'APR et HAZOP,

I.5.1.1 L'Analyse Préliminaires des Risques (APR) :

I.5.1.1.1 Historique et définition :

L'Analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Elle est utilisée depuis dans de nombreuses autres industries. L'Union des Industries Chimiques (UIC) recommande son utilisation en France depuis le début des années 1980.

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée.[9]

I.5.1.1.2 Les principes :

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments 20 dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis, d'utilités...
- Des équipements dangereux comme, par exemple, des stockages, zones de réception-expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière...),
- Des opérations dangereuses associées au procédé. L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée.

L'APR peut être mise en œuvre sans ou avec l'aide de liste de risques types ou en appliquant les mots guides Hazop.

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

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

Le groupe de travail doit alors déterminer les causes et les conséquences de chacune des situations de danger identifiées puis identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'amélioration doivent alors être envisagées.[9]

Tableau 4 : Exemple de tableau de type « APR »

Fonction ou système :						Date:	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou équipement	Situation de danger	Causes	Conséquences	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observations

I.5.1.1.3 Limites et avantages :

Le principal avantage de l'Analyse Préliminaire des Risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en termes de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des événements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes.

I.5.1.2 La Methode HAZOP ((HAZard and OPerability study):

I.5.1.2.1 Objectif :

La méthode HAZOP s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou en projet, avec ses avantages :

- Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers : sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance...
- Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides
- Contribution au respect des normes en matière de sécurité.

I.5.1.2.2 Les avantages et les limites :

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo- hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système. En revanche, l'HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances. Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent

composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe. Enfin, L'HAZOP traitant de tous types de risques, elle peut être particulièrement longue à mettre en œuvre et conduire à une production abondante d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs.[9]

I.5.2 Méthodes quantitatives :

L'analyse quantitative des risques est considérée comme l'approche la plus retenue pour une bonne prise de décision sur les risques.

Cette approche consiste à caractériser les différents paramètres d'analyse des risques par des mesures probabilistes [Desroches, 1995]. L'obtention de ces mesures passe généralement par un traitement mathématique [Villemeur, 1988] en prenant en compte les données relatives aux différents paramètres évalués et aussi aux informations qui sont de nature quantitative.

À l'égard de l'application de cette démarche, une attention particulière aux données utilisées, à leur origine et à leur adéquation aux cas étudiés doit être portée, car une simple erreur remettra l'étude en cause.

I.5.2.1 AdC (Arbre des causes) [10]:

I.5.2.1.1 Définition :

Cette méthode permet de comprendre le scénario de l'accident et de proposer par la suite des mesures de prévention. Ainsi, elle s'inscrit totalement dans une démarche de prévention des risques professionnels en termes de santé sécurité au travail. La méthode de l'arbre des causes est représentée sous forme d'arborescence graphique. Le principe est de représenter tous les facteurs ayant contribué à l'accident.

Ces facteurs doivent être représentés et organisés dans un ordre logique. L'arbre peut être construit de haut en bas ou de droite à gauche ou le contraire, mais doit dans tous les cas commencer par le dommage.

I.5.2.1.2 Les principes de la méthode de l'arbre des causes :

L'analyse d'accident par la méthode d'arbre des causes s'appuie sur les principes suivants :

- Le développement d'une compréhension objective du processus de l'**accident** (et non la recherche de responsabilités).
- La mise en évidence des faits (et non pas des interprétations et des jugements de valeur).
- La prise en compte de faits le plus en amont possible depuis l'origine de l'accident.
- Le respect de la succession des étapes.

I.5.2.1.3 Les étapes de l'application de la méthode de l'arbre des causes :

La méthode de l'arbre des causes est composée de deux (02) étapes :

La première étape vise à recueillir les faits et à construire progressivement l'arbre des causes. Il s'agit d'un processus itératif.

La seconde étape consiste à proposer et à mettre en place les mesures de prévention préconisées suite à cet accident.

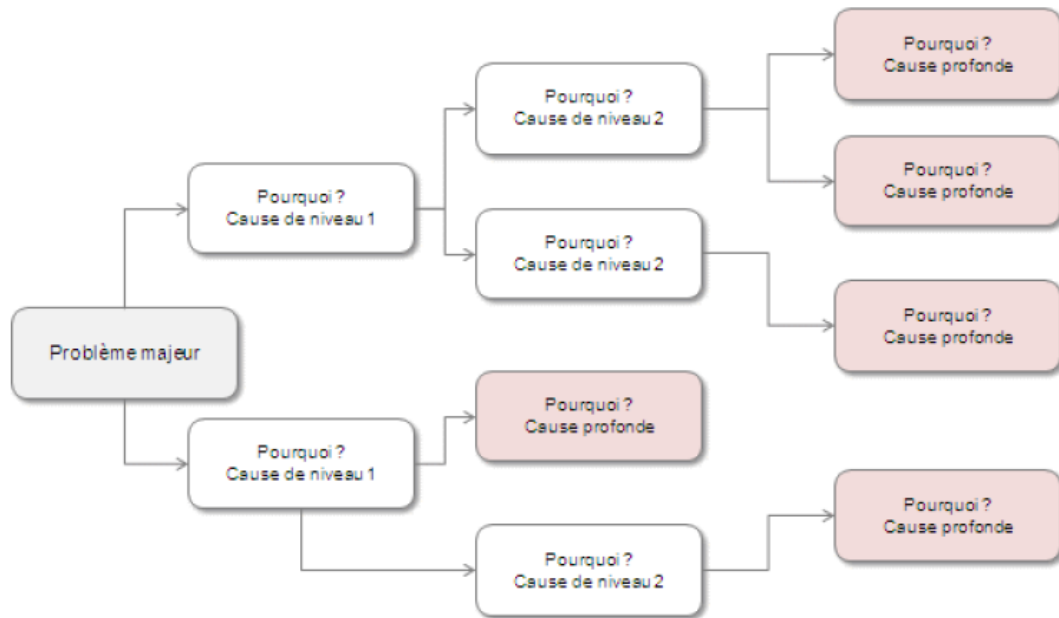


Figure 1 : Exemple d'arbre des causes

I.5.2.2 AdE (Arbre des évènements) :

I.5.2.2.1 Définition :

L'arbre d'évènements illustre graphiquement les conséquences potentielles d'un accident qui résulte d'un événement initiateur (une défaillance spécifique d'un équipement ou une erreur humaine). Une analyse par arbre d'évènements (AAE) prend en compte la réaction des systèmes de sécurité et des opérateurs à l'événement initiateur lors de l'évaluation des conséquences potentielles de l'accident.

Les résultats de l'AAE sont des séquences accidentelles[9]

I.5.2.2.2 Principe de l'arbre d'évènements :

L'ADE évalue le potentiel d'accident résultant d'une défaillance d'un équipement ou d'un dérangement de procédé (événement initiateur). À la différence de l'analyse par arbre de panne (une approche déductive) l'AAE est un raisonnement inductif où l'analyste commence par un événement initiateur et développe la séquence probable d'évènements qui conduisent aux accidents potentiels, en tenant compte tant du succès que de la défaillance des barrières de sécurité au fur et à mesure que l'accident progresse.

Les arbres d'évènements fournissent une façon systématique d'enregistrer les séquences d'accidents et de définir la relation entre les événements initiateurs et la séquence d'évènements qui peut résulter en accidents. Les arbres d'évènements sont bien indiqués pour analyser les événements initiateurs qui pourraient conduire à une variété de conséquences. Un

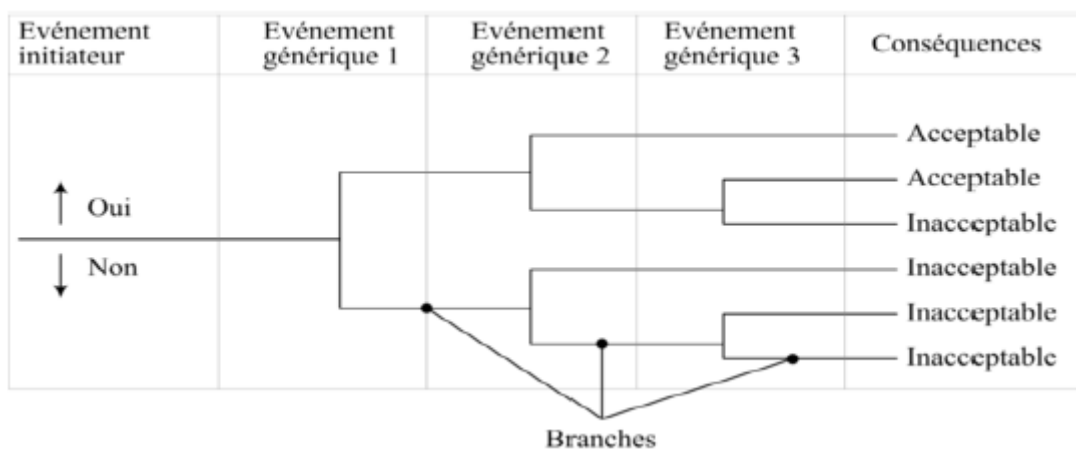
arbre d'événements met en évidence la 29 cause initiale d'accidents potentiels et fonctionne à partir de l'événement initiateur jusqu'aux effets finaux. Chaque branche d'un arbre d'événements représente une séquence séparée d'accident qui est, pour un événement initiateur donné, un ensemble de relations entre les barrières de sécurité. [9]

I.5.2.2.3 Applications de l'arbre d'événements :

L'arbre d'évènements est utilisé pour identifier les divers événements qui peuvent survenir dans un système complexe.

À la suite de l'identification des séquences individuelles d'accident, les combinaisons spécifiques de défaillance qui conduisent à des accidents peuvent alors être déterminées en utilisant l'arbre de panne.[10]

Tableau 5 : exemple d'un arbre d'événement



I.5.2.2.4 Les avantages et les limites :

L'analyse par arbre d'évènements est une méthode qui permet d'examiner, à partir d'un événement initiateur, l'enchaînement des évènements pouvant conduire ou non à un accident potentiel. Elle trouve ainsi une utilité toute particulière pour l'étude de l'architecture des moyens de sécurité (prévention, protection, intervention) existants ou pouvant être envisagés sur un site. A ce titre, elle peut être utilisée pour l'analyse d'accidents a posteriori. Cette méthode peut s'avérer lourde à mettre en œuvre. En conséquence, il faut définir avec discernement l'événement initiateur qui fera l'objet de cette analyse. : c'est-à-dire un ensemble de défaillance ou d'erreurs qui conduisent à l'accident. Ces résultats décrivent les conséquences potentielles en termes de séquence d'événements (succès ou défaillance des fonctions de sécurité) qui font suite à un événement initiateur.

Une analyse par arbre d'évènements est bien adaptée pour étudier des procédés complexes qui ont plusieurs barrières de protection ou procédures d'urgence en place pour réagir à un événement initiateur spécifique.[9]

I.5.3 Les différentes méthodes intégrées d'analyse des risques :

Les méthodes précédentes (méthodes classiques) sont les méthodes de base de l'analyse de risque. Celles-ci doivent être mises en œuvre dans le cadre d'une démarche globale. De nouvelles méthodes ont vu le jour ou ont été plus largement utilisées au cours des dernières années. Il s'agit de méthodes intégrées, qui visent à répondre à travers une même démarche à

plusieurs questions que se posent les acteurs de l'évaluation des risques et à apporter des outils pour faciliter l'analyse et l'estimation des risques.

Ces méthodes intègrent donc différentes étapes d'identification des risques, d'évaluation des barrières ou d'évaluation de la vulnérabilité de l'environnement.[10]

I.5.4 Le choix de la méthode :

Dans notre étude on a choisi la démarche EvRP pour évaluer les risques existants au niveau du site industriel par approche QRA (évaluation quantitative des risques pour les raisons suivantes :

- Utile puisqu'elle peut contribuer à améliorer son fonctionnement tout au long de son évolution, en consolidant la maîtrise des risques avérés mais également en pointant l'apparition de risques à effets différés ou de nouveaux risques, en particulier ceux qui sont liés aux nouvelles organisations.
- Facile à identifier tous les risques existant dans notre site pour chaque tâche.

I.5.5 Evaluation quantitative des risques (Quantitative Risk Assessment) :

I.5.5.1 Méthode[11] :

QRA – Quantitative Risk Assessment ou Evaluation Quantifiée du Risque est une analyse qu'a été utilisée dans l'industrie nucléaire et aéronautique, avant d'être pratiquée de façon presque systématique dans l'industrie pétrolière à partir des années 1990.

C'est une forme d'analyse détaillée qui essaye de traduire le mieux possible par le calcul, le risque pour un individu, ou pour un groupe d'individus, en fonction de son exposition et de la gravité des conséquences.

QRA c'est l'analyse des risques qui permettent de se prononcer sur l'acceptabilité du risque, en intégrant la contribution de tous les événements dangereux

Le HSE britannique, organisme de réglementation et de contrôle, formule assez bien dans 2 graphiques simples, les approches qui conduisent à la mise en œuvre de QRA. Il définit 3 niveaux de détail dans l'analyse du risque :

- Q- Qualitative : dans laquelle la notion de fréquence et de gravité est appréciée de façon qualitative
- SQ -Semi-Quantitative : dans laquelle la fréquence et la gravité sont évaluées approximativement en fonction d'échelles prédéfinies
- QRA – Quantitative : dans laquelle la fréquence et la gravité sont calculées.

Il introduit la notion de proportionnalité de l'analyse vis à vis de la complexité du problème ou de l'ampleur du risque, notamment s'il est nécessaire d'examiner ultérieurement les moyens de réduction du risque.[12]

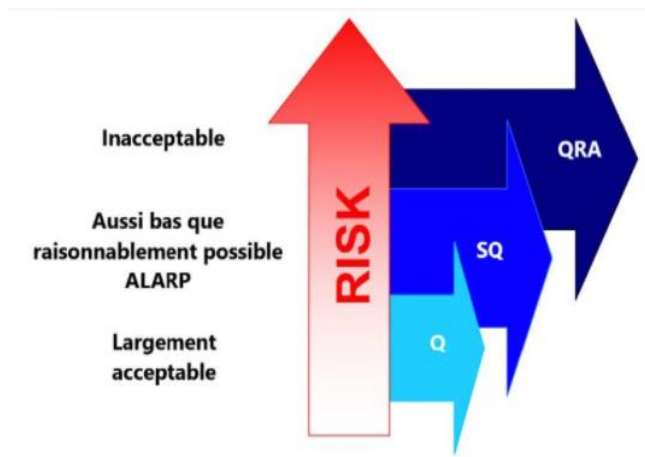


Figure 3 : Choix de la méthode selon la classification du risque

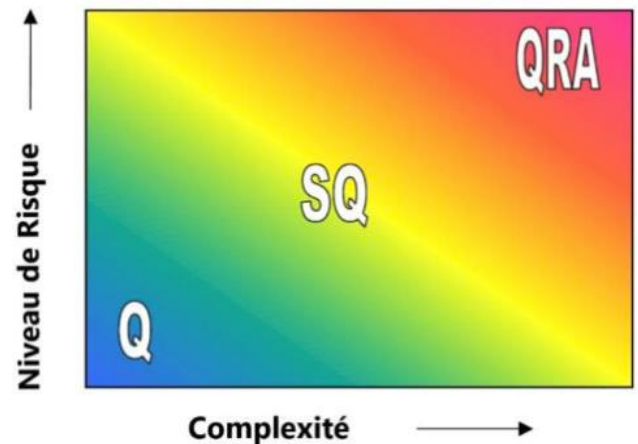


Figure 2 : La méthode choisie pour évaluer le risque selon la complexité

I.5.5.2 L'importance l'évaluation des risques : [12]

Les évaluations des risques sont très importantes puisqu'elles font partie intégrante d'un bon plan de gestion de la santé et de la sécurité au travail.

Elles contribuent à :

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

I.5.5.3 Procédé de l'évaluation des risques [12]

Les évaluations devraient être effectuées par une personne ou une équipe compétente ayant une bonne connaissance pratique de la situation. L'équipe doit comprendre les superviseurs et les travailleurs touchés par le processus en question ou elle doit pouvoir faire appel à eux, puisqu'ils connaissent bien le processus.

En général, pour effectuer une évaluation, il faut :

- Identifier les dangers.
- Déterminer les probabilités qu'un préjudice, notamment une blessure ou une maladie, survienne, et la gravité de ce préjudice.

- Tenir compte des conditions d'exploitation normales ainsi que des événements inhabituels, tels que les arrêts des opérations, les pannes d'électricité, les urgences, les conditions météorologiques difficiles, etc.
- Tenir compte des conditions d'exploitation normales ainsi que des événements inhabituels, tels que les arrêts des opérations, les pannes d'électricité, les urgences, etc.
- Revoir toute l'information sur la santé et la sécurité relative à un risque, entre autres les fiches signalétiques (FS), la documentation des fabricants, les renseignements provenant d'organisations dignes de confiance, les résultats des essais, les rapports d'inspection du lieu de travail, les signalements d'incidents (accidents),
Notamment les renseignements à propos du type et de la fréquence des événements, maladies, blessures, accidents évités de justesse, etc.
- Tenir compte des exigences législatives minimales qui s'appliquent dans votre sphère de compétence.
- Déterminer les mesures à prendre pour éliminer le danger ou pour maîtriser le risque au moyen de la hiérarchie des méthodes de maîtrise des risques.
- Évaluer la situation afin de confirmer si le danger a été éliminé ou si le risque est maîtrisé de façon appropriée.
- Surveiller la situation afin de s'assurer que les mesures de maîtrise du risque continuent d'être efficaces.
- Conserver toute la documentation ou les registres qui peuvent être utiles. La documentation peut inclure l'explication détaillée du processus d'évaluation des risques, la description des évaluations et l'explication de la façon dont les résultats ont été obtenus.

Au moment de procéder à une évaluation des risques, il faut aussi tenir compte de ce qui suit :

- Les méthodes et les procédures utilisées dans le traitement, l'utilisation, la manipulation ou l'entreposage de la substance, etc.
- L'exposition réelle et potentielle des travailleurs (p. ex. combien de travailleurs sont susceptibles d'être exposés, quelle est ou sera l'exposition et à quelle fréquence seront-ils exposés).
- Les mesures à prendre et la marche à suivre pour limiter l'exposition au moyen de mesures d'ingénierie, de méthodes de travail et de pratiques d'hygiène et d'installations sanitaires.
- La durée et la fréquence de la tâche (combien de temps dure la tâche et à quelle fréquence elle est réalisée).
- L'endroit où la tâche est réalisée.
- La machinerie, les outils, les matériaux et autres types d'équipement utilisés dans l'exploitation et la façon de les utiliser (p. ex. l'état physique d'un produit chimique, ou la levée de lourdes charges sur une distance donnée).
- Toute interaction possible avec d'autres activités dans le secteur et si la tâche peut avoir une incidence sur d'autres tâches (produits nettoyeurs, visiteurs, etc.).

- La vie utile d'un produit, d'un processus ou d'un service (conception, construction, utilisations, mise hors service, etc.).
- Les renseignements dont disposent les travailleurs et la formation qu'ils ont reçue.
- La réaction probable d'une personne dans une situation donnée (p. ex. la réaction la plus plausible d'une personne en cas de panne ou de défectuosité d'une machine).

Il est important de se rappeler que l'évaluation doit tenir compte non seulement de l'état actuel du lieu de travail, mais également de toute situation éventuelle.

En déterminant le niveau de risque associé au danger, l'employeur et le comité de la santé et de la sécurité (le cas échéant) peuvent décider si un programme de maîtrise des risques est nécessaire et quelle doit être sa portée.

I.6 Les étapes de l'évaluation des risques [13]

I.6.1 Description de l'organisation et la méthodologie utilisée :

Au début, commencez par donner une description claire et concise de l'organisation que vous avez choisie. On a besoin de réfléchir à la portée de l'évaluation des risques. Par exemple, allez-vous regarder le l'ensemble de l'organisation ou juste un département/division spécifique, etc. Si on veut travailler pour une grande organisation, il faut concentrer sur une partie de l'organisation ou sur une activité ou un processus spécifique.

Alors on a besoin d'une description claire de votre organisation, il faut inclure au minimum les informations suivantes :

- 1) Le nom de l'organisation.
- 2) Emplacement du site (vous n'avez pas besoin de donner l'adresse complète, juste l'emplacement général, par exemple, Leicestershire).
- 3) Combien de travailleurs sont employés par l'organisation.
- 4) Une description générale de l'organisme qui doit inclure les produits fabriqués ou les services fournis et les types d'activités entreprises et les horaires de travail.
- 5) Une description de la zone à inclure dans l'évaluation des risques.
- 6) Toute autre information pertinente, par exemple, qui a la responsabilité quotidienne de la santé et de la sécurité.

Dans votre organisation. Si vous pensez qu'il n'y a rien de pertinent ici, vous n'avez pas besoin d'inclure

La description de l'organisation doit être suffisamment détaillée c'est-à dire une image claire de votre organisation. Par exemple, « lié au garage activités » est beaucoup trop bref.

Ensuite, Décrivez comment vous avez effectué l'évaluation des risques (méthodologie utilisée). On doit inclure au minimum :

- Les sources d'information que vous avez consultées ;
- À qui vous avez parlé
- Comment les dangers et les contrôles ont été identifiés.

I.6.2 La démarche d'évaluation des risques :

L'évaluation des risques doit inclure des détails sur :

- La tâche (colonne 01)
- Le danger et la catégorie de danger (colonne 02).

Pour définir le danger il faut détecter le risque spécifié à ce danger, et pour cela il faut définir les risques dans les lieux de travail,

En règle générale, l'objectif consiste à trouver et à enregistrer les risques éventuels qui peuvent être présents sur le lieu de travail. Il peut être préférable de travailler en équipe formée de personnes connaissant le milieu de travail et de gens qui ne sont pas familiers avec celui-ci. De cette manière, on profite de l'expérience des uns tout en ayant, grâce aux autres, un regard neuf sur la situation au cours de l'inspection. Dans les deux cas, la personne ou l'équipe doit avoir les compétences nécessaires pour procéder à l'évaluation et bien connaître le danger évalué, les situations qui pourraient survenir et les mesures de protection pertinentes contre le danger ou le risque évalué.

Pour être certain de détecter tous les risques, il faut :

- ✓ Vérifier tous les aspects du travail.
- ✓ Tenir compte des activités inhabituelles, telles que l'entretien, la réparation ou le nettoyage.
- ✓ Examiner les registres des accidents/incidents/quasi-accidents.
- ✓ Intégrer les personnes qui travaillent « hors site », soit à la maison, à un autre endroit, sur la route, chez le client, etc.
- ✓ Examiner comment le travail est organisé ou effectué (tenir compte de l'expérience des personnes qui effectuent le travail, des systèmes utilisés, etc.).
- ✓ Vérifier les conditions inhabituelles prévisibles (p. ex. incidence possible sur la procédure de maîtrise des risques qui pourrait la rendre inefficace lors d'une urgence, d'une panne de courant, etc.).
- ✓ Déterminer si un produit, une machine ou un équipement peut être modifié, de façon intentionnelle ou non (p. ex. un dispositif de protection pouvant être retiré).
- ✓ Examiner les risques pour les visiteurs ou pour le public.
- ✓ Tenir compte du type de personnes en cause, en sachant que le degré de risque peut différer selon qu'il s'agit de travailleurs jeunes ou inexpérimentés, de personnes handicapées ou de nouvelles ou futures mamans.[12]
- Le risque (colonne 03)
- Conséquences (colonne 04)
- Population exposé (colonne 05).

C'est-à-dire la personne qui a été exposé à un danger.

- Mesures de contrôles actuelles

Ce que vous faites déjà pour contrôler le danger (colonne 06).

- Calculer criticité de risque avant les mesures de contrôles à partir de la probabilité et la gravité (colonne 07)

Criticité de risque = Probabilité*Gravité

- Recommandations (colonne 08)
- Calculer criticité de risque après les mesures de contrôles à partir de la probabilité et la gravité (colonne 09)

Tableau 6 : Evaluation quantitative des risques

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population Exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque			Recommandations	Criticité de risque		
						P	G	C		P	G	C

I.6.2.1 Prioriser trois actions avec justification :

Dans cette étape il faut choisir trois actions les plus prioritaires/les plus urgentes nécessitant une attention particulière. Ces actions peuvent être associées aux dangers/catégories de dangers identiques ou différents ; l'important est qu'ils doivent être vos plus hautes priorités d'action.

Votre justification doit comprendre :

- Arguments moraux, juridiques et financiers pour toutes les actions. Vos arguments juridiques doivent être fondés sur les conventions, recommandations et codes de l'organisation internationale du travail (OIT) de Pratique. Vous pouvez également inclure une législation spécifique au pays, mais cela ne sera pas marqué.
- Prise en compte de la probabilité ET de la gravité (en tenant compte des mesures de contrôle actuelles), de blessure, de mauvaise santé ou de préjudice. Vous devrez généralement tenir compte des types de blessures, les problèmes de santé ou les dommages susceptibles d'être observés, le nombre de travailleurs à risque, la fréquence à laquelle l'activité est effectuée et l'étendue du risque, par exemple, la même menace existe-t-elle dans d'autres parties/branches/divisions/sites de l'organisation ?
- Détail de l'efficacité probable de chaque action pour contrôler le risque. Ici, vous devriez décrire :
 - L'impact escompté de chaque action.
 - Justification du délai de réalisation de chaque action.
 - Si vous pensez que l'action contrôlera entièrement le risque.

I.6.2.2 Revoir, communiquer et vérifier

Après que les mesures de prévention aient été mises en œuvre, il faut contrôler si elles ont été exécutées et si les délais d'exécution des mesures ont été respectés. Il s'agit non seulement de vérifier si les risques ont pu être éliminés ou écartés entièrement ou s'ils ont pu être diminués de façon à pouvoir les maîtriser mais aussi si aucun nouveau risque n'a été créé suite à l'application des mesures.

De plus, il est recommandé de réaliser régulièrement une nouvelle évaluation des risques, afin de déterminer si les risques ont bien pu être éliminés définitivement ou si d'autres risques sont apparus depuis la dernière évaluation.

Il est indispensable d'effectuer à nouveau une évaluation des risques chaque fois qu'il y a eu un changement dans l'entreprise. Ce changement peut se situer au niveau organisationnel, au niveau du personnel ou être de nature technique. Il peut s'agir, par exemple, de la création d'un nouveau poste de travail, l'engagement de nouveaux salariés, l'installation d'une nouvelle machine, l'introduction d'un nouveau procédé ou l'introduction d'un nouveau produit.

Finalement, avoir enregistré l'évaluation des risques est toujours avantageux lors des contrôles et des examens. Un bon enregistrement peut servir en tant que :

- Base pour réexamens et les évaluations des risques à venir.
- Preuve destinée aux organismes de contrôle.
- Information à transmettre aux personnes concernées.

Afin de bien servir de base des évaluations futures, il est recommandé que l'enregistrement contienne :

- Les noms et fonctions des personnes effectuant les contrôles et examens.
- La date du contrôle.
- Les risques qui ont pu être dépistés.
- Les groupes de personnes pouvant être menacés par les risques dépistés
- Les mesures de prévention mises en œuvre.
- Les informations concernant des contrôles et examens futurs.
- Les informations concernant la participation des travailleurs dans l'évaluation des risques [14]

I.7 Système management de de la santé et de la sécurité :

I.7.1 Définition :

Un système de management de la santé et de la sécurité au travail (SMS) est un dispositif de gestion combinant les personnes, politiques, moyens et visant à améliorer les performances d'une entreprise en matière de santé et de sécurité au travail (S&ST).

C'est un outil qui permet de mieux maîtriser l'organisation de l'entreprise et de progresser en continu en intégrant la S&ST à toutes les fonctions. L'adoption d'un tel système est l'expression d'une approche globale et gestionnaire de la prévention des risques professionnels.

C'est une démarche qui vise à :

- Anticiper les changements.
- Augmenter la réactivité et la performance de l'entreprise dans la prévention des risques en S&ST.
- Limiter les dysfonctionnements en S&ST.
- Assurer une cohérence globale avec les autres démarches de management.

Elle participe à l'amélioration de l'image de l'entreprise.

Les SMS constituent un cadre de gestion globale et structurée des risques, notamment pour les petites et moyennes entreprises (PME). Ils permettent souvent un positionnement stratégique de la S&ST, conférant autorité et légitimité à la fonction sécurité, et sont une source potentielle d'apprentissage pour l'entreprise dans tous les domaines.

De ce point de vue, leur mise en œuvre doit être encouragée pour autant que certaines conditions soient remplies. Ils peuvent entraîner des effets indésirables si leur mise en œuvre n'est pas faite dans le respect de certaines valeurs essentielles ni dans de bonnes conditions : standardisation excessive des modes de gestion, rupture du dialogue social, conformité à un système sans réel progrès, contrôle excessif des comportements.

Un SMS peut faire partie d'une démarche de développement durable, qui doit prendre en compte la santé et la sécurité des travailleurs.[15]

I.7.2 La Norme international ISO 45001 :

La norme ISO 45001 est née de la demande de certaines entreprises qui avaient déjà une double certification ISO qualité et environnement et regrettaient l'absence de norme internationale en SST.

Pour la première fois en 2013, l'ISO (International Organisation For Standardization – Organisation Internationale de normalisation) a approuvé la création d'un nouveau comité de projet afin d'élaborer une norme internationale relative à la Santé et à la Sécurité au Travail. Elle se proposait donc d'établir un cadre international de références pour les meilleures pratiques en matière de SST.

L'ISO/PC283, dont le secrétariat a été confié au British Standards Institute (BSI), a tenu la première réunion on octobre 2013 à Londres.

L'objectif de ce comité technique est de convertir la norme OHSAS 18001 en une nouvelle norme internationale référencée ISO 45001. 49 pays participants et 17 pays observateurs participent au développement de cette norme.

Après quatre ans de travaux, la nouvelle norme internationale ISO 45001 en management de la santé et de la sécurité au travail a enfin été publiée le 12 mars 2018. Se voulant un véritable cadre de référence en SST, elle doit permettre aux entreprises de mettre en place une réelle stratégie pour l'amélioration de la sécurité des travailleurs, la réduction des risques sur le lieu de travail et des conditions de travail plus sûres et saines.

L'ISO 45001 remplacera l'OHSAS 18001, la référence mondiale antérieure en matière de santé et sécurité au travail, et bien que la certification de conformité ne soit pas une exigence de la norme, les organismes déjà certifiés selon l'OHSAS 18001 disposent d'un délai de trois ans pour se conformer aux exigences de la nouvelle norme. [16]

I.7.3 L'importance de la norme ISO 45001 pour l'efficacité de système management de santé et de la sécurité au travail :

La norme ISO 45001 fourni un modèle à suivre que les organisations peuvent mettre en application pour atteindre leurs buts et objectifs et un système de management de santé et de la sécurité au travail actif. Elle permet de développer au sein de l'organisation une culture fondée sur un cycle automatique d'auto-évaluation, de correction et d'amélioration continue

des opérations et des processus reposant sur la sensibilisation des employés ainsi que sur l'engagement et l'encadrement de la direction.[17]

I.7.4 Les Bases de la norme pour un système de management de santé et de la sécurité au travail :

I.7.4.1 Le modèle PDCA (Plan-Do-Check-Act):

La méthode PDCA signifie « Plan Do Check Act », ce qui peut se traduire en français par Planifier, Faire, Contrôler, Agir. Ces quatre phases forment un cycle vertueux dit « Roue de Deming ». Elle est donc fondée sur le principe de répétition. Comme un cercle qui n'a pas de fin, le cycle PDCA doit être répété constamment dans une recherche d'amélioration continue.[18]

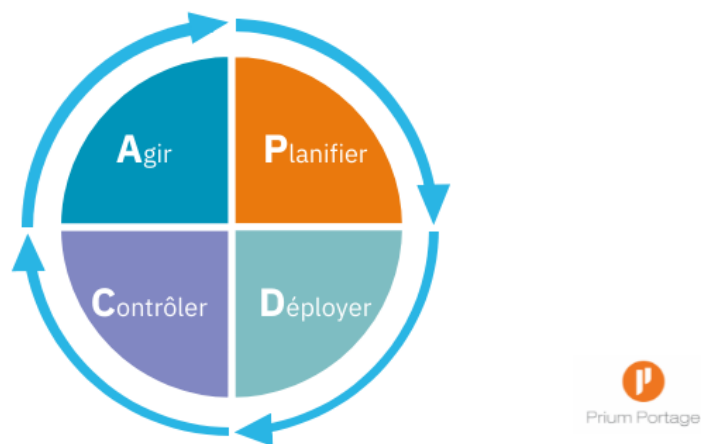


Figure 4 : Roue deming, Methode PDCA

1) Planifier:

La première phase du cycle PDCA consiste à analyser l'existant en identifiant les problèmes. Il s'agit, à cette phase, de définir les objectifs que l'on cherche à atteindre. Le choix d'une solution doit se faire en considérant les ressources à notre disposition pour atteindre les objectifs fixés. Enfin, cette phase aboutira à la mise en place d'un planning et à la définition d'indicateurs de performance qui permettront ensuite d'évaluer les résultats obtenus.

La phase de planification peut également s'analyser comme une succession d'étapes :

- L'organisation doit commencer par définir le contexte de ses activités ainsi que les besoins et attentes des travailleurs et autres parties intéressées.
- Cela l'amène à déterminer le périmètre d'application du système de management de la SST. Il sera alors nécessaire de déterminer la portée exacte de son système de management environnemental.
- C'est aussi dans la phase de planification qu'une entreprise doit établir une politique SST et énoncer ses engagements de leadership. Elle identifiera ensuite les rôles, les responsabilités et les pouvoirs. Point spécifique pour la SST par rapport aux autres normes, l'employeur doit établir des processus pour la consultation et la participation des travailleurs.
- La phase de planification se poursuit par l'analyse des risques et des opportunités du système. Cette étape, au cœur du système, intègre l'identification des dangers,

l'évaluation des risques professionnels et l'évaluation des opportunités pour la SST de même que la détermination des exigences légales et autres exigences.

- L'organisation devra ensuite définir ses objectifs SST et planifier les actions.
- L'organisme doit s'assurer d'avoir toutes les ressources et les compétences nécessaires. Comme pour un système de management environnemental, la sensibilisation et la communication, interne et externe sont des processus clés pour créer et maintenir le système. Ce dernier est basé sur des informations documentées qui sont la preuve des pratiques mises en œuvre.[19]

2) Faire :

À ce stade, l'organisation créera et mettra en œuvre

- Des plans d'action spécifiques.
- Différents processus à mettre en œuvre sont détaillés : élimination des dangers et réduction des risques pour la SST ; pilotage du changement ; acquisition de biens et services ; intervenants extérieurs ; externalisation.
- C'est aussi à cette étape qu'une entreprise doit définir un processus pour répondre aux situations d'urgence.[19]

3) Vérifier :

- L'entreprise doit déterminer les aspects qu'elle veut surveiller, mesurer et analyser, par exemple via un reporting, avec des indicateurs pertinents et elle doit mettre en place un processus pour évaluer sa conformité aux exigences légales et aux autres.
- Comme dans les autres normes de système de management, l'étape de vérification s'appuie sur deux outils clés : les audits internes et la revue de direction.[19]

4) Agir :

C'est l'ultime phase du cycle PDCA. Elle consiste à finaliser et mettre en œuvre les changements au sein du processus. Les améliorations ainsi envisagées deviennent alors la nouvelle norme pour ce processus.

Cette étape peut se décliner en une succession d'étapes :

- Sélectionner le ou les meilleurs changements à mettre en place.
- Expliquer à chaque acteur ce qu'il doit faire pour mettre en œuvre les changements envisagés.
- Mettre à jour la documentation associée au processus.
- Définir une méthode pour suivre la performance du processus après la mise en œuvre des changements.[18]

I.7.5 La démarche de la mise en place d'un système management de la santé et de la sécurité au travail [20]:



Figure 5 : Les étapes de la démarche de système management S&ST

I.7.5.1 Analyse initiale :

Le lancement d'une démarche santé et sécurité au travail est une décision responsable de l'entreprise vis à vis de l'ensemble du personnel. Plusieurs éléments qualitatifs ou quantitatifs incitatifs sont disponibles pour le chef d'entreprise : financiers (taux de cotisation), organisationnels (nombre d'accidents du travail et maladies professionnelles), juridiques (contentieux civil et/ou pénal), commerciaux (image de marque).

La démarche doit être proportionnée aux risques de l'organisme c'est pourquoi la première étape commence par l'élaboration d'un inventaire des risques et des actions de prévention et gestion déjà engagées par l'entreprise :

- Identification des facteurs susceptibles de déclencher la démarche santé et sécurité au travail au sein de l'organisme
- Recensement des incidents et accidents, maladies professionnelles et atteintes à la santé
- Engagement de la direction
- Information et sensibilisation du personnel à cette démarche.

I.7.5.2 Politique et prévention :

La définition d'une politique de santé et sécurité au travail permet de fixer le cadre du dispositif de management. Elle doit reposer sur une réelle volonté du chef d'entreprise de s'engager dans la démarche et de faire progresser l'entreprise de façon régulière.

Elle implique la mise en place progressive des éléments suivants :

- La définition d'objectifs cohérents avec les autres politiques de l'entreprise,

- La fixation des responsabilités de l'encadrement,
- L'engagement de ressources,
- La définition de dispositifs de consultation et d'implication du personnel et de ses représentants
- Le choix d'un référentiel,
- La définition d'un tableau de bord permettant de mesurer les progrès réalisés
- La communication sur les objectifs...
- Une politique pertinente se traduit par une intégration des exigences en santé et sécurité dans toutes les fonctions de l'entreprise. Tous les services sont concernés et doivent gérer cette thématique comme une composante à part entière du management de leur unité. Cette politique doit être expliquée de façon claire et concise dans un document qui sera communiqué au personnel (lettre d'engagement de la direction).

I.7.5.3 Organisation :

C'est l'occasion de s'interroger sur la participation et le rôle de l'ensemble des salariés dans les démarches de prévention et gestion liées à la santé et la sécurité au travail. Ici l'intérêt est d'aller au-delà des fonctions traditionnelles : « responsable sécurité », responsables de production, DRH..., ou imposés par la réglementation : intervenants en prévention des risques professionnels, médecins de travail, chargé de prévention... Et de se poser la question sur le rôle de chaque acteur dans le système et son niveau d'autorité (décideur, animateur, participant, informé).

Le rôle des différents acteurs de l'entreprise doit être précisé : missions, responsabilités, obligations, pouvoirs, relations... Le personnel et ses représentants doivent être consultés, informés et formés afin de s'approprier la démarche. Cela demande la mise en place d'une documentation, d'un plan de formation et de procédures de communication interne.

I.7.5.4 Planification des actions :

L'évaluation des risques professionnels (EvRP) est au cœur de la recherche continue d'amélioration de la santé et de la sécurité au travail. Le succès de la démarche dépend pour une large part de la pertinence de l'analyse des situations de travail réelles. Les résultats de l'évaluation des risques doivent être transcrits dans un document unique. Au-delà du strict respect de l'obligation réglementaire, ce document doit déboucher sur un plan d'actions définissant les mesures de prévention appropriées aux risques identifiés.

Les approches pluridisciplinaires (techniques, humaines, organisationnelles) sont nécessaires tant au niveau global de l'entreprise qu'au niveau de l'étude détaillée des postes de travail. Une veille réglementaire doit également être mise en place.

Il est ainsi primordial d'assurer une traçabilité des actions visant à assurer un respect de ces exigences légales : conservation des registres et rapports des organismes de contrôles, fiches d'aptitude médicale et fiches d'entreprise du médecin du travail, attestations de formations, achats d'équipements et de matériels de sécurité, rencontres avec les organismes concernés. Tous ces documents peuvent être archivés dans le classeur sécurité.

I.7.5.5 Mise en œuvre et fonctionnement :

La mise en œuvre du plan d'actions doit s'articuler étroitement avec les règles et les pratiques des métiers ainsi qu'avec les procédures existantes. Cela suppose une concertation étroite avec tous les opérateurs concernés, la création de dispositifs participatifs basés sur l'analyse des activités et la liberté donnée aux opérateurs de rechercher des solutions innovantes. Cela implique la réalisation du programme de formation, le dialogue social, la communication, la documentation et l'anticipation des urgences.

Un dispositif permettant de rendre compte régulièrement de l'avancement des actions doit être mis en place.

I.7.5.6 Mesure de la performance, analyse et actions correctives

Il faut vérifier l'efficacité de la mise en œuvre du système de management et réagir dès la découverte d'un nouveau risque, d'une dérive.... Le tableau de bord de santé et sécurité de l'entreprise doit être alimenté par des indicateurs variés, quantitatifs et qualitatifs : indicateurs de risques, indicateurs de moyens et indicateurs de résultats et des audits permanents doivent être déployés et analysés pour effectuer les actions correctives nécessaires.

La mesure de la performance comprend l'analyse des accidents du travail et des maladies professionnelles survenus, sans se limiter aux causes immédiates et directement perceptibles. Une démarche plus riche s'efforcera de remonter vers les causes plus en amont de façon à démultiplier les effets des mesures de prévention. Cette analyse doit porter non seulement sur les accidents survenant sur le lieu de travail, lors de trajets domicile-travail, lors des déplacements professionnels mais également sur les incidents ou « presque accidents ». De même, il ne faut pas attendre la reconnaissance d'une maladie professionnelle pour étudier les niveaux d'exposition à une émission dangereuse.

Chaque entreprise peut et doit innover dans ce domaine. Il faut éviter une conformité de façade au référentiel sans réel progrès d'une année sur l'autre.

I.7.5.7 Amélioration d'un système de management :

Il s'agit, bien sûr, de vérifier l'efficacité de la mise en œuvre et de réactualiser l'analyse des risques, dès qu'un nouveau risque apparaît, ou une dérive constatée, un accident de travail survenu ou une maladie professionnelle déclarée. Mais il s'agit également de mettre en place des audits systématiques et de programmer des actions correctives.

Les revues de direction servent à améliorer le système, à faire évoluer la politique et à élaborer de nouveaux programmes d'action en fonction de l'évolution des indicateurs observés. L'évaluation de la politique permet de s'interroger sur les dysfonctionnements liés à la conception et à l'organisation générale du système, c'est-à-dire sur la pertinence des stratégies d'action.

L'objectif de ces sept étapes est l'amélioration continue du système de management qui permettra de le rendre toujours plus efficient et donc d'améliorer continuellement la Santé et la Sécurité au travail, en y impliquant chaque niveau de responsabilité.

I.8 Conclusion :

Dans ce chapitre les notions de base sur les risques, la réglementation applicable suite à la survenue des accidents industriels survenue ont étaient discutées, ainsi que les méthodes d'analyses et d'évaluations des risques, par la suite notre méthode QRA et la démarche d'un système management de la santé et de la sécurité au travail.

Le prochain chapitre présente une généralité sur les turbines à gaz et les risques à notre site industriel.

Chapitre 02 :

Turbine à Gaz

II. Chapitre 02 : Turbine à gaz

II.1 Introduction :

L'accroissement de la demande d'électricité imposée par l'évolution des besoins des utilisateurs et l'extension des activités économiques incite les planificateurs à développer les sources d'énergie et à accroître les capacités de production.

L'Algérie se trouve en face de grandes mutations industrielles qui accompagnent les changements socioéconomiques. Les besoins énergétiques se voient alors extrêmement augmentés, et par conséquent les capacités de productions considérablement sollicitées.

Les Réserves importantes de l'Algérie en gaz naturel et de pétrole au sud le rend un hydrocarbure d'avenir car, les turbines à gaz jouent un rôle primordial dans le développement et le renforcement des capacités énergétiques de notre pays.

C'est dans ce contexte que nous inscrivons l'objet de ce chapitre qui aura pour but de décrire le fonctionnement général de la turbine à gaz.

Dans ce chapitre, on va présenter une petite définition et l'historique des turbines à gaz, le domaine d'utilisation, leurs classifications et leurs avantages et inconvénients par la suite, on va identifier tous les risques existant dans les turbines à gaz et les systèmes de contrôle et protection, à la fin, un exemple d'un scénario catastrophique dans un site industriel liés à la turbine à gaz est présenté.

II.2 Généralité sur la Turbine à gaz :

II.2.1 Définition :

La turbine à gaz est une machine motrice à mouvement rotatif et à combustion interne, munie d'un compresseur d'air et d'une chambre de combustion en mesure de produire un fluide sous pression et à température très élevée.

Ce fluide, en se détendant dans les étages de la turbine, libère de l'énergie mécanique pour entraîner une machine réceptrice.[21]

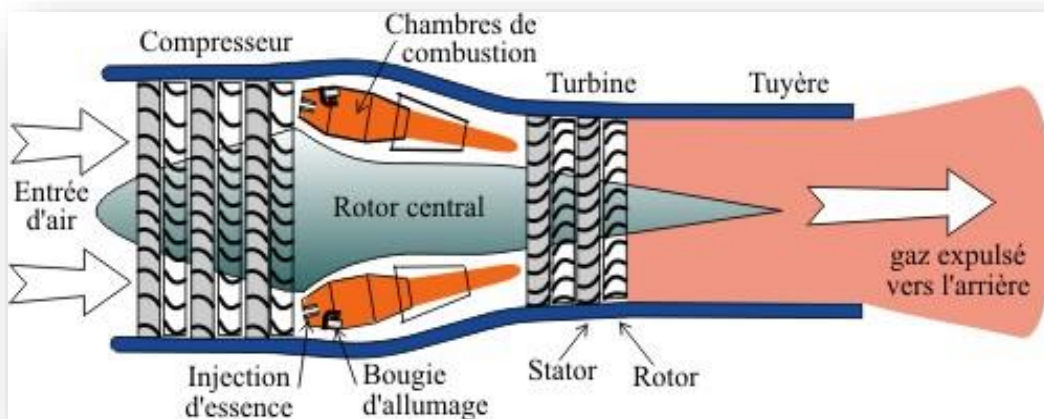


Figure 6 : Schéma représentatif de la turbine à gaz

II.2.2 Historique des turbines à gaz

L'idée d'une turbine à gaz à combustion interne, ou d'une turbine à air chaud, est assez ancienne. Dès 1731, l'Anglais John Barber déposa un brevet sur ce sujet. Cependant, il fallut attendre environ cent ans avant que la turbine à gaz ne prenne son essor. Son développement fut longtemps retardé par le succès de la turbine à vapeur (turbine à action de Gustave Laval en 1883 et turbine à réaction de Charles Parsons en 1884). L'intérêt pour la turbine à gaz conduisit à une activité fiévreuse de dépôts de brevets entre 1880 et 1900 et à de nombreuses expériences entre 1900 et 1910.

Les principaux projets de recherche durant cette période sont l'œuvre des personnalités suivantes :

- L'Allemand – Stolze proposa une turbine à air chaud comportant un compresseur axial multi-étage et une turbine axiale (1900-1904), mais la machine ne tourna jamais.
- L'Allemand – Holzwarth proposa (1906-1908) une turbine à gaz à explosion. Celle-ci fut construite par Koerting puis par Brown Boveri (1909-1913). Elle était équipée de deux étages de turbine Curtis suivant une configuration proposée par le Français Karovadine (1906). Le système fut abandonné en 1928.
- Les Français Armangaud et Lemale proposèrent la turbine à gaz à combustion interne (1903-1905) comprenant un compresseur radial, une roue de turbine à action, un réfrigérant à eau placé à l'aval et permettant de produire de la vapeur (le principe de la cogénération turbine à gaz-turbine à vapeur était énoncé).

Étant dirigée sur la roue mobile, cette vapeur conduisait à l'obtention d'une puissance supplémentaire. Cependant, les chocs thermiques endommagèrent les disques et les aubes de la turbine, et le projet fut abandonné en 1909 avec le décès d'Armangaud.[22]

II.2.3 Domaines d'utilisations des turbines à gaz :

Les turbines à gaz ont une très grande utilité dans l'industrie, Elles peuvent être utilisées pour l'entraînement des :

- Générateur d'électricité
- Compresseurs
- Pompes

Mais aussi comme système générateur de poussée, notamment dans :

- Chemin de fer
- Propulsion maritime
- Aviation.

II.2.4 Composition d'une turbine à gaz [21]:

- **Compresseur axial** : La fonction principale du compresseur est de comprimer l'air atmosphérique à une pression plus élevée.

- **Chambres de combustion** : L'air comprimé en provenance du compresseur est mélangé avec le combustible, et le mélange est allumé. Le produit de cette combustion est une veine de gaz chauds à haute pression.
- **Section turbine** : Les gaz chauds à haute pression se détendent en produisant du travail pour entraîner d'une part le compresseur de la turbine et d'autre part la charge.

II.2.5 Principe de fonctionnement [21]:

L'air atmosphérique, aspiré par le compresseur axial, est comprimé puis refoulé dans la chambre de combustion où est introduit le combustible ; le mélange désiré (air comprimé et gaz sous pression) est obtenu.

Une étincelle fournie par une bougie provoque la combustion. La chaleur produite dans la chambre de combustion et l'énergie dégagée par le produit de la combustion sont dirigées vers la première roue de la turbine (HP) où cette énergie thermique se transforme en énergie mécanique.

Une partie de la puissance développée par la turbine sert à l'entraînement du compresseur axial après son désaccouplement du moteur ou turbine de lancement). L'autre partie de la puissance développée est convertie en énergie utilisable, c'est-à-dire servant à entraîner la machine réceptrice (compresseur à gaz, dans notre cas).

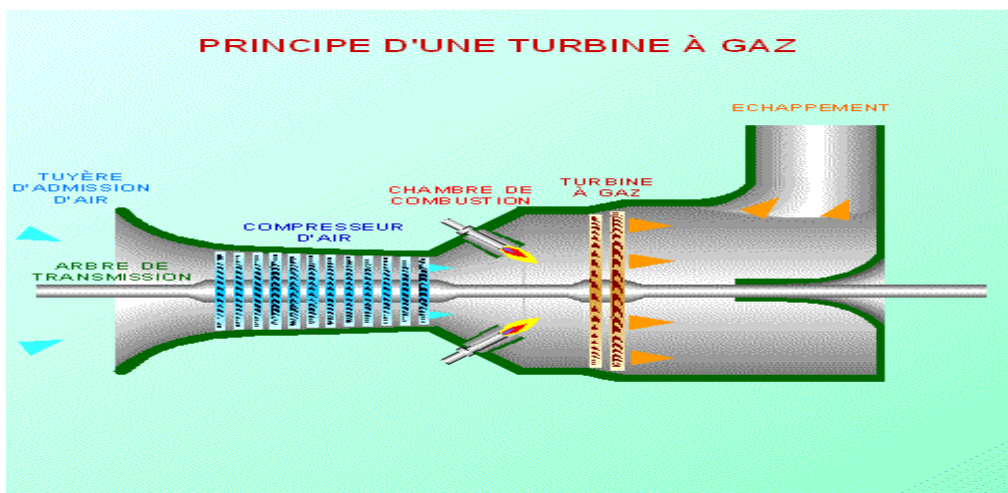


Figure 7 : Principe de fonctionnement d'une turbine à gaz

II.2.6 Classification des turbines à gaz :

On peut classer les turbines selon différents points :

A. Par le mode de construction :

- Turbines mono-arbre : elles sont généralement utilisées dans le cas où on cherche un fonctionnement avec une charge constante (pour entraîner les générateurs d'électricité).
- Turbines bi-arbres : elles ont l'avantage d'entraîner des appareils à charge variable (pompe, compresseur...).

B. Par le mode de travail :

- Turbine à action : la détente se fait uniquement dans les aubages fixes.
- Turbine à réaction : la détente est répartie entre les aubages fixes et mobiles.

C. Par le mode de fonctionnement thermodynamique :

Il existe deux cycles thermodynamiques :

- Turbine à cycle fermé : dans laquelle le même fluide est repris après chaque cycle.
- Turbine à cycle ouvert : c'est une turbine dont l'aspiration et l'échappement s'effectuent directement dans l'atmosphère. Ce type est divisé en deux classes :
- Cycle simple : c'est une turbine utilisant un seul fluide pour la production d'énergie mécanique, après la détente les gaz possédant encore un potentiel énergétique ils sont perdus dans l'atmosphère à travers la cheminée.

Cycle régénéré : c'est une turbine dont le cycle thermodynamique fait intervenir plusieurs fluides moteurs dans le but d'augmenter le rendement de l'installation.

II.2.7 Appellation des turbines à gaz :

L'appellation des turbines à gaz est sur la forme : MS X XX X X

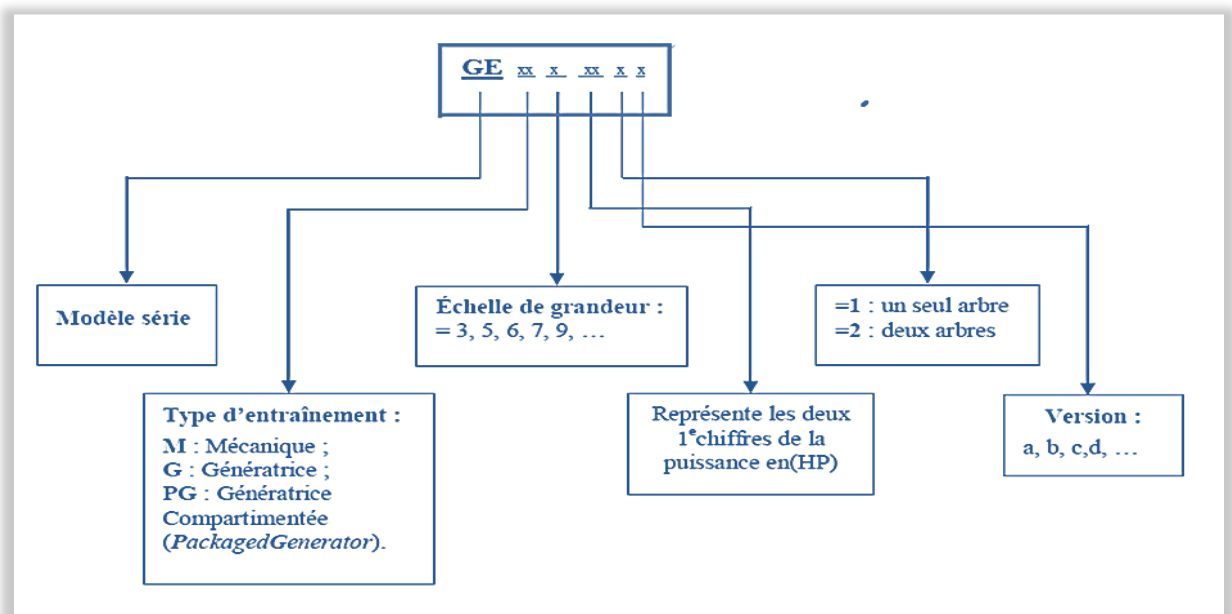


Figure 8 : Méthode d'appellation des turbines à gaz

Par exemple : MS5002B, MS5002C et MS9001b,... etc.

II.2.8 Limites techniques et Avantages des turbines à gaz[23]:

La turbine à gaz présente de sévères limitations dues aux contraintes techniques de sa réalisation. Ces principales limites sont les suivantes :

- Taux de compression (et donc rendement) limité par le nombre d'étage de compression nécessaires,

- Baisse importante de rendement des compresseurs centrifuges à un régime plus faible que le régime nominal,
- Température de combustion (et donc rendement) limitée par la résistance mécanique de la turbine.
- Chute importante du rendement à charge partielle en particulier pour les machines à simple arbre.
- Coût d'usinage des aubages notamment de la turbine.
- Inaptitude aux arrêts et démarrages fréquents et peu progressifs.
- Coût de maintenance plus élevé que pour un moteur diesel.
- Bien qu'à l'étude, les turbines à gaz ne peuvent pas brûler de fioul lourd contrairement au moteur diesel. Elles utilisent donc des carburants chers.

Les avantages inhérents à ce type de machine sont les suivants :

- Puissance massique et volumique très élevée du fait du fonctionnement continu.
- Simplicité apparente de construction (un rotor dans un carter et un brûleur) et équilibrage (peu de vibrations),
- Pollution limitée en HC et NOx du fait de l'excès d'air et de la température limitée.
- Aptitude à la récupération de chaleur (cogénération).
- Longévité en marche stationnaire.
- Aptitude potentielle à utiliser des combustibles variés et de moindre qualité (gaz pauvre, fuel lourd).

II.3 Risques professionnels liés à la turbine à gaz [24]:

II.3.1 Risques liés au bruit :

Ce sont des risques de maladie professionnelle dans le cas d'exposition excessive au bruit : la surdité est irréversible. Ce sont également des risques d'accident dus au fait que le bruit peut masquer des signes utiles indiquant un danger (consignes orales, bruit de véhicules, signaux d'alarme...), exemples :

- Bruit émis de façon continue par des machines, des compresseurs, des outils, des moteurs, des haut-parleurs, des imprimantes...
- Bruit impulsionnel causé par des machines et des outils travaillant par chocs, échappements d'air comprimé, des signaux sonores...

II.3.2 Risques liés au ambiances thermique :

Ce sont des risques qui peuvent engendrer le plus fréquemment des plaintes pour inconfort (insatisfaction, fatigue...) et, plus rarement, des risques d'atteintes à la santé (malaises, dermatoses...) qui peuvent être très graves (gelures, hyperthermie, coup de chaleur...), exemples :

- Ambiances chaudes en intérieur : proximité de sources de chaleur (four, surfaces chaudes, vitrages...).
- Poste de travail en extérieur, exposant le salarié aux intempéries (pluie, températures élevées +40°C, vent de sable).

II.3.3 Risques liés aux produits, aux émissions :

Ce sont des risques d'intoxication, d'allergie, de brûlure... par inhalation, ingestion ou contact cutané de produits mis en œuvre ou émis sous forme de gaz, de particules solides ou liquides. Dans certaines conditions, c'est un risque de maladies professionnelles, exemples :

- Émission de gaz (appareil de chauffage...), d'aérosol (vapeur d'huile chaude...).
- Émission de poussières : métalliques.
- Émission de fumées : soudure, gaz d'échappement.

II.3.4 Risques liés à la manutentions mécanique :

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

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

II.3.5 Risque de chute de hauteur :

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

Des situations présentant ce risque peuvent se trouver dans le milieu naturel ou dans une construction ; elles peuvent aussi résulter de l'utilisation d'un équipement d'accès et/ou de travail en hauteur.

Les accidents par chute de hauteur peuvent avoir des conséquences particulièrement graves. Sont évoqués principalement dans cette fiche les spécificités du travail en hauteur. L'évaluation du risque de chute de hauteur passe également par la prise en compte de l'ensemble des facteurs susceptibles de contribuer à une perturbation du mouvement, par exemples :

- Accès à des zones situées en hauteur par échelles fixes ou escaliers : éléments élevés de machines ou d'installations industrielles, accès à un dôme de camion ou bâchage d'une remorque.
- Utilisation d'équipements mobiles : échelles, escabeaux...
- Utilisation d'équipements d'accès et de travail en hauteur : échafaudages fixes ou roulants, plates-formes individuelles.

II.3.6 Risques liés à l'électricité :

Ce sont des risques d'accident (brûlures, électrisation, électrocution) consécutifs à un contact avec un conducteur électrique ou une partie métallique sous tension (le retour se faisant par la terre ou par un élément relié à la terre ou en contact avec le sol), ou avec deux conducteurs avec des potentiels différents. Ces risques sont présents dans toutes les entreprises, par exemples :

- Conducteur nu accessible au personnel armoire électrique non fermée à clé, ligne électrique aérienne...
- Matériel défectueux : coupure de la liaison avec la terre, câble d'alimentation d'appareil portatif ou rallonge détériorée ; non-consignation¹ d'une installation électrique lors d'une opération : réparation, modification.

II.4 Les Système de contrôle et de protection au niveau d'une turbine à gaz :

II.4.1 Les systèmes de contrôle [6] :

Les systèmes de contrôle de la turbine à gaz consistent en des ensembles ou dispositifs de composants montés sur la turbine à gaz, sur le tableau de contrôle électrique et les câbles d'interconnexions entre l'armoire de contrôle et la turbine à gaz. Ces dispositifs effectuent un contrôle des différents paramètres (température, vitesse, pression), pour assurer le bon fonctionnement de la turbine à gaz.

II.4.1.1 Système de contrôle du fuel :

La fonction primaire du système de contrôle du fuel est de veiller sur la vitesse de la turbine en charge, il comprend également :

- La fonction d'allumage.
- La fonction d'accélération.
- La fonction de contrôle limite du combustible.
- La fonction de contrôle de la température d'échappement.

II.4.1.2 Système de contrôle de la directrice du premier étage :

Afin de maintenir relativement constante la température d'échappement sous les différentes charges et suivant la température ambiante, l'angle des aubages orientables de la directrice du premier étage est ajusté automatiquement pour pouvoir contrôler la vitesse de la charge suivant le besoin.

II.4.1.3 Système de contrôle de la température :

Pour obtenir le meilleur rendement de la turbine à gaz il est souhaitable de travailler avec des températures du gaz à l'entrée de la section turbine aussi hautes que possible. Cependant, afin de travailler à l'intérieur des limites de résistance des pièces il ne faudra pas dépasser un maximum permis de température d'entrée et d'échappement.

Ainsi, un système de contrôle de température est nécessaire pour contrôler la vitesse ou la charge dans le cas où la température d'admission ou d'échappement dépasse les limites prescrites.

II.4.2 Les systèmes de protection de la turbine à gaz :

Les systèmes de protection de la turbine à gaz se composent d'un certain nombre de sous-systèmes, dont plusieurs fonctionnent durant chaque arrêt et démarrage normaux. Les autres systèmes et composants fonctionnent strictement en cas d'urgence et dans des conditions de fonctionnement anormales. Le type le plus commun de panne sur les turbines à gaz est la défaillance d'un capteur ou du câblage d'un capteur, les systèmes de protection sont configurés pour détecter une alarme telle qu'une défaillance. Si la condition est suffisamment grave pour désactiver complètement la protection, la turbine sera déclenchée.

Les systèmes de protection répondent à de simples signaux de déclenchement tels que des pressostats utilisés pour la pression d'huile de lubrification, une pression de refoulement de compresseur de gaz élevée ou des indications similaires. Ils réagissent également à des paramètres plus complexes, tels qu'un dépassement de vitesse, une sur-température, des vibrations élevées, la surveillance de combustion et la perte de flamme.

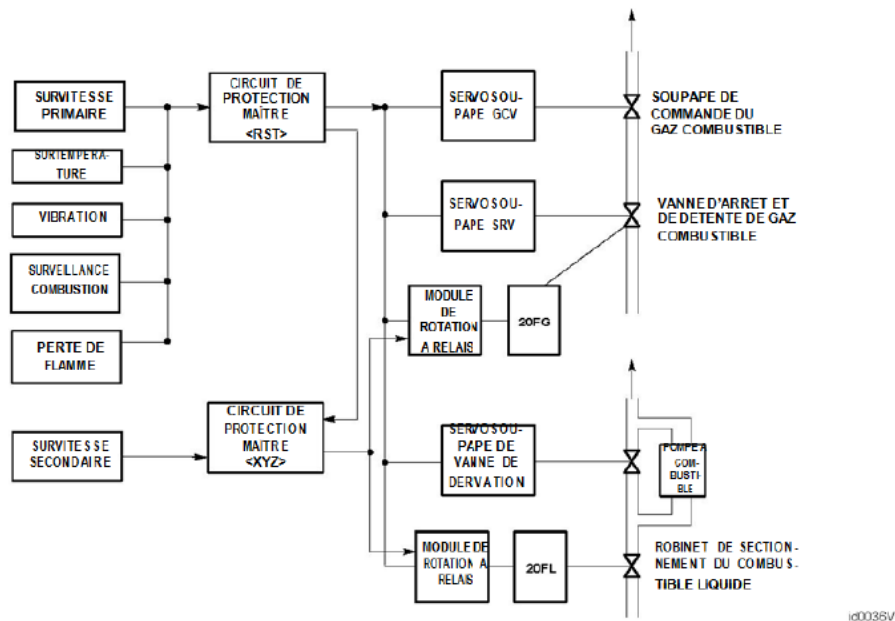


Figure 9 : Schéma de principe des systèmes de protection[25]

II.4.2.1 Protection contre sur-températures :

Le système de sur-température protège la turbine à gaz contre d'éventuels endommagements provoqués par un dépassement d'allumage. Ce système de secours ne fonctionne qu'après une défaillance du système de régulation de température

Le système de sur-température protège la turbine à gaz contre d'éventuels endommagements provoqués par un dépassement d'allumage. Ce système de secours ne fonctionne qu'après une défaillance du système de régulation de température.[25]

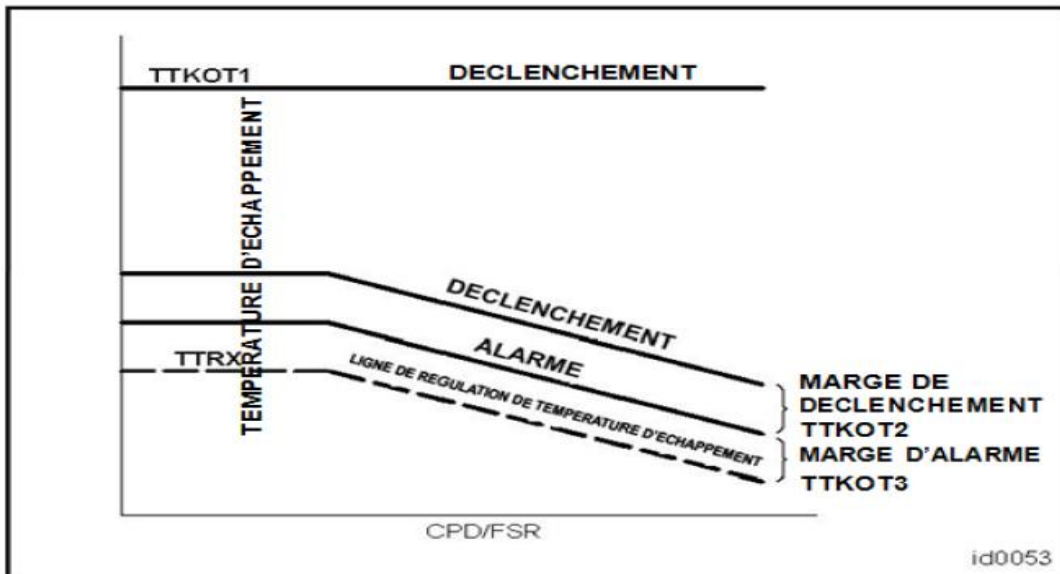


Figure 10 : Protection contre les surtempératures

II.4.2.2 Protection contre les vibrations :

Le système de protection contre les vibrations d'une turbine à gaz se compose de plusieurs canaux de vibration indépendants. Chaque canal détecte les vibrations excessives à l'aide d'un capteur sismique monté sur un logement de palier ou un emplacement similaire de la turbine à gaz et la charge entraînée. Si un niveau de vibration prédéterminé est dépassé.

Le système de protection de vibration déclenche la turbine et annonce pour indiquer la cause du déclenchement.

Le système de protection contre les vibrations d'une turbine à gaz se compose de plusieurs canaux de vibration indépendants. Chaque canal détecte les vibrations excessives à l'aide d'un capteur sismique monté sur un logement de palier ou un emplacement similaire de la turbine à gaz et la charge entraînée. Si un niveau de vibration prédéterminé est dépassé, le système de protection de vibration déclenche la turbine et annonce pour indiquer la cause du déclenchement.[25]

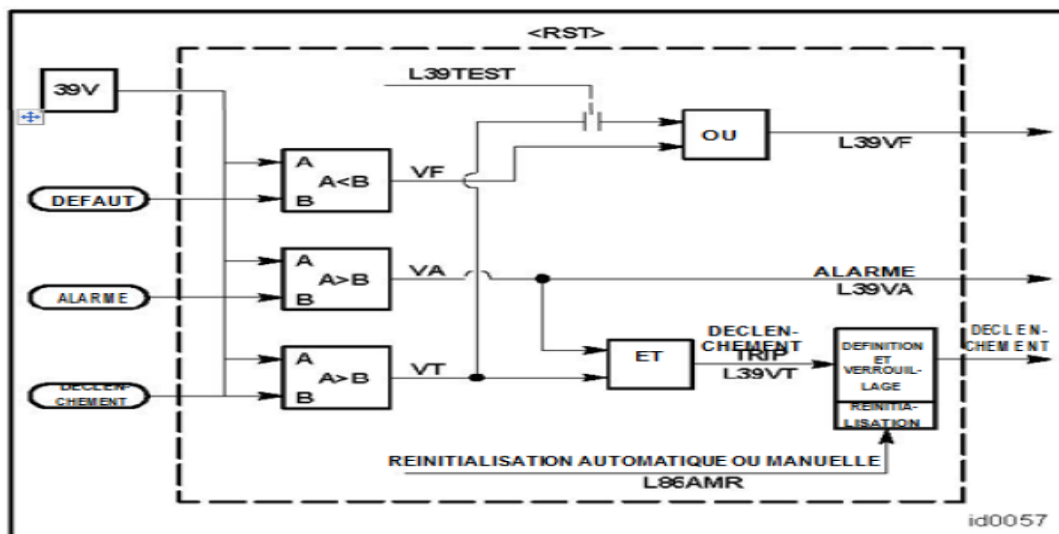


Figure 11 : Protection contre les vibrations

II.4.2.3 Protection de flamme :

Quatre détecteurs de flamme sont utilisés dans la séquence de lancement et pendant le fonctionnement normal de la turbine à gaz. Pendant le lancement, dès qu'un détecteur de chaque côté de la turbine détecte la flamme, la séquence de lancement poursuit. En cas de défaillance d'un détecteur, une alarme est émise, le groupe peut rester en marche.

Les détecteurs de flamme sont de type sensible aux rayons ultra-violet. Ils sont constitués par deux électrodes de tungstène enfermés dans une enveloppe de quartz ou de borosilicate contenant de l'hydrogène sous basse pression. La haute tension appliquée entre les électrodes produit une décharge d'effluves si un rayonnement ultra-violet est présent. Sinon, il ne se produit pas de décharge, et aucun courant ne passe dans le tube.

Ce système permet de bloquer la séquence de lancement s'il n'y a pas de flamme, et de mettre la turbine à l'arrêt en cas de perte de flamme en cours de fonctionnement.[26]

II.4.2.4 Système d'extincteur au gaz carbonique CO2 :

Le système de protection contre l'incendie à dioxyde de carbone CO₂ de l'unité turbine à gaz éteint les incendies en diminuant le contenu d'oxygène de l'air dans le compartiment à 21 % au moins de 15 % normal atmosphérique, une concentration insuffisante pour supporter la combustion.

La mise en action du système provoque également le déclenchement de la turbine. Le mécanisme de décharge ouvrant les bouteilles de gaz carbonique est installé avec le groupe des bouteilles. Il est actionné automatiquement par un signal électrique provenant de détecteurs d'incendie sensible à la chaleur et installés à des emplacements judicieux dans les divers compartiments du groupe. Le système peut également être actionné manuellement en cas de panne d'électricité.[26]

II.5 Exemple d'un scénario catastrophique dans un site industriel liés à la turbine à gaz :

SCENARIO : Explosion de la chambre de combustion de la turbine à gaz.

1. Nature et localisation :

Explosion de la chambre de combustion de la turbine à gaz

2. Conditions opératoires :

Nature du fluide : gaz naturel

Etat physique : gaz

Température : 15°C

Pression : 24 bar

Volume chambre : 68 m³

3. Description :

On envisage l'explosion de la chambre de combustion de la turbine à gaz de la centrale cogénération en cas d'arrêt incident de la flamme puis redémarrage suite à accumulation de gaz combustible dans la chambre.

4. Effets sur l'environnement :

Effets de surpression : explosion confinée du nuage inflammable

La quantité de gaz pouvant être présente dans la chambre de combustion a été prise à la

Stœchiométrie, soit 4,4 kg.

La pression de rupture de la chambre a été estimée à 200 mbar. L'indice de violence multi-énergies utilisé, compte tenu de la pression de rupture, correspond à l'indice 5.

Les distances maximales d'effets par rapport à la chambre de combustion sont données dans le tableau ci-après :

Tableau 7 : Les distances maximales d'effets par rapport à la chambre de combustion

Distance maximale des effets de surpression par rapport à la chambre (m)	300 mbar	NA
	200 mbar	Limité à la chambre
	140 mbar	11
	50 mbar	31
	20 mbar	62

NA : Non Atteint

II.6 Conclusion :

Pour conclure, dans le domaine des fortes puissances (production d'électricité), les turbines à gaz sont des machines indispensables pour la production d'électricité dans les centrales électriques.

Dans ce chapitre, des généralités concernant les turbines à gaz ont été présentées, une classification selon les divers critères et principe de fonctionnement, ont été détaillées.

Après, un comparatif entre limites techniques et avantages de ces installations a été dressé. Enfin, un exemple d'un scénario catastrophique dans un site industriel liés à la turbine à gaz.

Chapitre 03 :

Description de la centrale électrique

Tin Fouyé Tabancourt

III. Chapitre 03 : Description de la centrale électrique Tin Fouyé Tabancourt :

III.1 Introduction :

Dans ce chapitre on va faire une description de la centrale électrique Tin Fouyé Tabancourt, la situation géographique et les différents gisements, Les compositions de TFT.

Après, une description de la turbine à gaz MS 5001, ces caractéristiques, son principe de Fonctionnement, le système de commande, ensuite on va avoir la démarche EvRP suivi par l'entreprise et la mise en œuvre de cette démarche.

III.2 Présentation du site industriel :

III.2.1 Historique de la région :

La direction régionale de Tin Fouye Tabancourt (TFT) fait partie de la division de production de la société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures (SONATRACH). Elle est chargée de la production du pétrole et du gaz dans les différents gisements qui existent dans la région.

La région de TFT est située au Nord/Ouest d'Illizi, à 1300 km au sud/est de la capitale, à 500 km au sud-est de Hassi-Messaoud, et à 300 km au Nord d'Ain-Aménas.

Les premières découvertes dans la région datent des débuts des années soixante, le premier gisement découvert est celui de TFY en 1961, puis se succédèrent ceux de Hassi-Mazoula sud et Nord en 1963, de TFY Nord et Djoua en 1966, de TFT ordovicien en 1968 et enfin ceux de Tamendjelt et Amassak en 1970.[27]

III.2.2 Situation géographique :

Le champ de Tin Fouyé Tabancourt est situé dans la partie Nord-Ouest du bassin d'Illizi à 1300 km au Sud-Est d'Alger et à 540 km du chef-lieu de la Willaya d'Illizi



Figure 12 : Situation géographique de TFT

III.2.3 Différents gisements de TFT :

La Région de Tin Fouyé Tabankort recouvre une superficie de 4000 km², et comporte plusieurs gisements dont :

- Gisement de TFT : Le gisement de TFT découvert en 1967 et mis en service en 1968, se présente comme un anneau d'huile, coiffé d'un important gaz cap, il représente en effet 55% des réserves en place de la région de TFT

Le maintien de pression est assuré par l'injection d'eau depuis 1981. Ayant 117 puits actuellement exploités en éruptifs et partiellement en GL.

- Gisement de TIN FOUYE : Découvert en 1961, mis en service en 1963, il recouvre une aire de 306 km² et représente 22 % des réserves en place de la région. Le réservoir dévonien est exploité par Gaz-Lift, possède 37 puits en exploitation.
- Gisement d'AMASSAK : Situé à 25 km au nord-ouest du gisement de TFT, il est découvert en 1970, et fut mis en service en 1974. Constituant le gisement le plus récent, il représente 10% des réserves en place de la Région de TFT et produit en éruptif. Son Maintien de Pression est assuré par l'injection d'eau depuis 1995. Nombre puits en exploitation : 37
- Gisement de DJOUA : Situé à 30 km au Sud Est de TFT ; Découvert en 1966 ; Mis en production 1968 ; Produit par pompage électrique (En totalité), Nombre puits en exploitation : 05
- Gisement de TAMENDJLET : Découvert en 1970 et mis en service en 1974, l'exploitation de son réservoir se fait par GL. Nombre puits en exploitation : 03
- Gisement de HASSI MAZOULA NORD : Découvert en 1958 ; Mis en service en 1965 ; Exploité par un pompage électrique, Nombre puits en exploitation : 02

- Gisement de HASSI MAZOULA SUD : Découvert en 1963 ; Mis en production en 1966 ; Exploité par pompage électrique, Nombre puits en exploitation : 04
- Gisement de HASSI MAZOULA < B > : Découvert en 1966 et mis en service en 1967, il recouvre une superficie de 4,4 km². Ce gisement a connu récemment un développement par forage de 2 puits et produit par pompage électrique, Nombre puits en exploitation : 04[27]

III.2.3.1 Direction régionale :

La direction régionale de Tin Fouyé Tabankort (TFT), fait partie de la division production de l'entreprise SONATRACH. Elle est chargée de la production du pétrole et gaz du champ de TFT et de la gestion de toutes les divisions qui lui sont rattachées, l'organigramme suivant représente ces différentes divisions :

- Division de maintenance.
- Division exploitation.
- Division engineering et production.
- Division sécurité
- Division réalisation.
- Division intendance.
- Division personnelle.

III.2.3.2 Division sécurité :

La division sécurité est chargée de la sécurité industrielle et de la sauvegarde de l'environnement industriel de toutes les infrastructures de production et annexes de la région de TFT. Les objectifs recherchés par la Division est le maintien de la production tout en réduisant les risques d'accidents, à un niveau acceptable, et en minimisant les impacts des installations et infrastructures sur l'environnement.

La division sécurité est composée de deux services et d'une cellule environnement directement rattachée au chef de la division qu'ils sont :

- **Service prévention :**

Ce service est doté de deux sections ci-après :

La section inspection et contrôle procède au contrôle du matériel de lutte contre l'incendie à savoir : les extincteurs, les systèmes de détection et d'extinction. Elle programme et fait le suivi des appareils à pression et électriques ainsi que ceux de levage.

La section prévention contrôle et approuve les autorisations de travail qui lui sont soumises par les autres services, tout en donnant des orientations visant à l'application des normes de sécurité industrielle. Elle assiste également au déroulement de tous les travaux,

Tout en développant l'esprit et le concept de la prévention des risques au sein du personnel de la Direction de production, et enfin en lui rappelant à chaque fois les règles et les consignes de sécurité, ainsi que l'utilisation des moyens de premiers secours et le secourisme. Il est à signaler que le service prévention assiste le service intervention, en cas de sinistre.

- **Service intervention :**

Composé de trois sections suivantes :

- ✓ Section intervention Nord
- ✓ Section intervention Sud
- ✓ Section surveillance.

Ces Sections ont pour tâches :

- Les essais, la vérification et l'entretien des équipements de protection,
- La vérification des niveaux des bacs d'eau de la pomperie des poteaux incendie et vannes, des couronnes de refroidissement, des chambres à mousse, des lances, des camions incendie, des motos pompes, des groupes électrogènes et des vides caves, intervention en cas d'accident ou d'incident.

Le service intervention organise également des exercices d'entraînement à raison de trois exercices par semaine. A la fin de chaque exercice le service effectue une auto évaluation, en vue de combler les lacunes constatées durant l'exercice.

- **La cellule environnement :**

Par souci de protection de l'environnement devenue une préoccupation planétaire, l'Algérie partie prenante par la ratification de plusieurs conventions internationales, exige de Sonatrach un changement d'attitude vis à vis de l'environnement, en veillant à sa protection d'une manière générale, par le contrôle et le traitement des rejets et effluents, ce qui était et justifie l'opportunité relative à la création d'une cellule environnement, à la demande du siège par télex N° 11837 du 14/07/1992.

La cellule environnement est une structure horizontale, qui est donc appelée à travailler en collaboration avec tous les services, et particulièrement avec ceux de la prévention et d'intervention de la Division sécurité.

Elle est chargée notamment de :

- Veiller à la protection de l'environnement d'une manière générale.
- Veiller à la préparation et au suivi de programmes d'analyses chimiques, bactériologiques et toxicologiques, d'une manière régulière.
- Identifier les problèmes potentiels susceptibles d'affecter l'environnement par suite de l'exploitation des installations de production et à l'occasion des activités annexes des entreprises prestataires et des filiales de SONATRACH.
- Proposer des mesures préventives et curatives de mises en conformité des installations par rapport à la réglementation environnementale en vigueur ainsi que celles afférentes aux accidents de pollution.
- Veiller au respect de la réglementation relative à la protection de l'environnement et à la mise en place de procédures et des bonnes pratiques environnementales au sein de l'entreprise.
- Elaboration des études d'impact.
- Sensibiliser et mobiliser l'entreprise sur l'ensemble des enjeux écologiques.
- Diffusion des techniques de minimisation des déchets à la source, promouvoir le recyclage et la valorisation des déchets.

- Veiller à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles et de l'énergie ainsi qu'à la conservation des nappes aquifères.
- Concilier les exigences de l'alimentation en eau potables.[27]

III.2.4 La centrale électrique TFT :

III.2.4.1 Définition[28]

Une centrale électrique est un site industriel destiné à la production d'électricité. Les centrales électriques alimentent en électricité, au moyen du réseau électrique, les consommateurs, particuliers ou industriels éloignés de la centrale.

La production d'électricité y est assurée par la conversion en énergie électrique d'une énergie primaire qui peut être soit mécanique (force du vent, force de l'eau des rivières, des marées...), soit chimique (réactions d'oxydoréduction avec des combustibles, fossiles ou non tels que la biomasse), soit nucléaire, soit solaire...

Ces énergies primaires peuvent être renouvelables (biomasse) ou quasiment inépuisables (énergie solaire) ou au contraire peuvent constituer des ressources dont la disponibilité est limitée dans le temps (combustibles fossiles).

Dans notre monde moderne l'énergie électrique a une place importante et utilisée dans tous les domaines, alors le rôle de la centrale électrique est la production de l'énergie électrique

Il y a différents types de centrale électrique

- Centrale à gaz
- Centrale thermique
- Centrale hydraulique
- Centrale nucléaire

Dans notre cas c'est la centrale électrique à gaz de TFT, l'inauguration de la centrale électrique de TFT était en 1980. il existe trois turbines à gaz type 5001 deux en services et la troisième en stand- by (secours).

La commande et le contrôle se fait dans une salle de contrôle de deux turbines par le système MARK6Et l'autre MARK5. Les alternateurs produisent une tension de 5,5kV et il y a deux transformateurs abaisseurs de 380Vpour les auxiliaires de la centrale et trois transformateurs éleveurs de 60 kV pour les stations éloignées.[27]

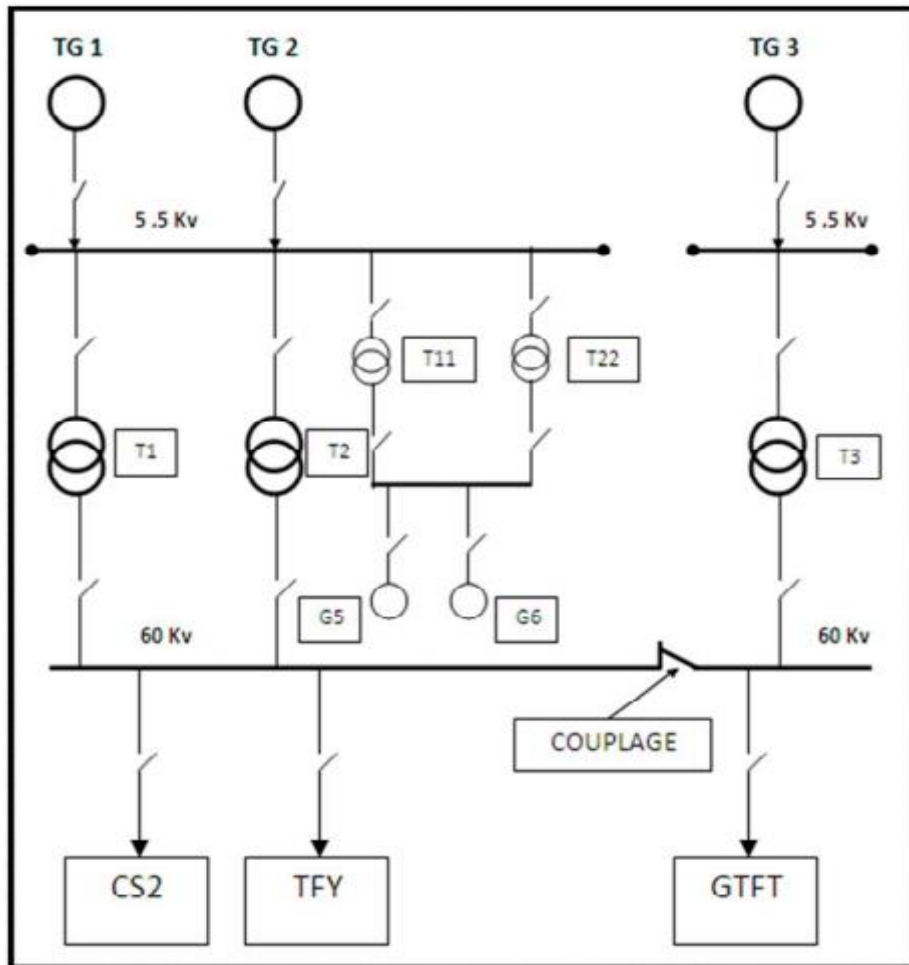


Figure 13 : Schéma de la centrale électrique TFT

D'après le schéma unifilaire de production d'électricité de ce central qui a 3 méga-train (TG1.TG2.TG3) ; généralement deux turbines en fonctionnement et la troisième en secours en cas de l'arrêt d'une des turbines.

Le démarrage des turbo-alternateurs est assuré par les groupes diesel (G5 et G6) pour alimenter le moteur de lancement des turbines et leurs accessoires.

Le départ d'énergie produite est distribué par le jeu de bar de 5.5KV ; après le jeu de bar on deux types des transformateurs :

- 1- Abaisseurs de tension (5.5kv/380v) sont (T11 et T22) pour l'alimentation locale de central.
- 2- Elévateurs de tension (5.5KV/ 60KV) sont (T1, T2 et T3) pour transporter vers CS2, TFY et GTFT.

III.3 Turbine à gaz (turbine à gaz MS 5001) :

III.3.1 Description générale :

Une turbine à gaz (dénomination historique, abrégée en TG), appelée aussi turbine à combustion (TAC) ou parfois turbine à gaz de combustion (dénomination la plus précise), est une machine tournante thermodynamique appartenant à la famille des moteurs à combustion interne dont le rôle est de produire :

Soit de l'énergie mécanique par l'entraînement en rotation d'un arbre lui-même couplé à une machine industrielle ou à une hélice.

Ou bien de l'énergie cinétique par détente des gaz en sortie de turbine dans une tuyère.

La plupart des moteurs thermiques utilisent l'oxygène de l'air ambiant comme comburant et lui font subir des transformations suivant trois phases principales qui se succèdent dans l'ordre :

Compression, afin d'élever sa pression et sa température.

Avant de pénétrer dans le système de combustion où il est mélangé au carburant pour créer le mélange carburé qui y est enflammé.

Et fournira l'énergie thermique nécessaire à l'entraînement du compresseur par détente dans la turbine puis l'énergie cinétique ou mécanique demandée par l'application.[28]

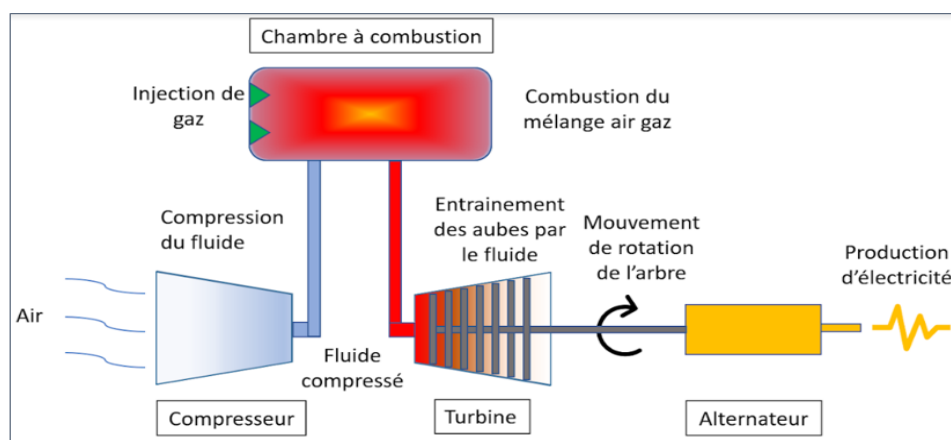


Figure 14 : Schéma descriptif d'une turbine à gaz

III.3.2 Caractéristiques de la turbine à gaz MS 5001[27] :

- Marque : General Electric (GE)
- Fabricant : THOMASSEN INTERNATIONAL.
- Model de série : MS 5001.
- Cycle : Simple.
- Rotation de l'arbre : horaire.
- Type de fonctionnement : Continu.
- Vitesse de l'arbre : 5100 tr/min.
- Commande : MARK VI e.
- Température à l'échappement : 487°C.
- Débit carburant : 2.314 m³ /s.
- Système de démarrage : moteur électrique (380v).
- Rendement thermique : ≈ 28%.
- Atténuation du bruit : silencieux d'admission et d'échappement selon les exigences locales.

Plaquette d'identification du régime normal de la turbine à gaz (conditions ISO) :

- Puissance de sortie : 26,8 MW
- Température d'aspiration : 15°C.
- Pression de sortie : 1 bar.

1) Section compresseur :

- Nombre des étages du compresseur axial : 17.
- Type du compresseur : écoulement axial, série lourde.
- Plan de joint : bride horizontale.
- Type d'aubes directrices d'entrée : variable.
- Pression à l'admission : 1 bar.
- Pression de refoulement : 7 bars.

2) Section de la turbine :

- Nombre des étages de la turbine : 02.
- Plan de joint ! bride horizontale.
- Directrice du deuxième étage : fixe.

3) Section de combustion :

- Type : 10 multiples foyers, types à flux inverses.
- Configuration des chambres : concentrique autour du compresseur.
- Combustible : Gaz naturel
- Bougies d'allumage : deux, types à électrode d'injection-ressort auto rétractant.
- Détecteur de flamme : deux, type ultraviolet

4) Ensemble paliers :

- Nombre de paliers : 03
- Lubrification : sous pression.

Concernant les types des paliers sont :

- 1- Coussinet lisse
- 2- Coussinet de butée (actif)
- 3- Coussinet de butée (inactif)

III.3.3 Constitution de la turbine à gaz MS5001 [7]:

La turbine à gaz MS5001 se compose principalement de :

- Le système auxiliaire (entrée d'air, système de démarrage, système d'alimentation par le combustible, système d'huile de graissage, système d'air d'étanchéité et de refroidissement, système d'échappement, dispositif anti-pompage).
- Section compresseur.
- Section de combustion (ensemble des chambres de combustion).
- Section turbine.

1. Section compresseur :

La section compresseur axiale comprend le rotor et le corps du compresseur qui comportent dix-sept (17) étages de compression, les aubes variables de la directrice et deux déflecteurs de sortie.

Dans le compresseur, l'air est comprimé par une série d'aubes du rotor qui donnant la force nécessaire, pour comprimer l'air à chaque étage de la compression et les aubes du stator guident l'air, pour le faire pénétrer dans l'étage successif du rotor.

Les aubes du rotor sont insérées dans des rainures et maintenues dans une position axiale par l'empilage et le bouclage au bout des rainures. Les disques et le demi-arbre sont assemblés, ils sont maintenus par des tirants.

Le rotor fournit de l'énergie cinétique à l'air, dans le stator l'énergie cinétique se transforme en énergie de pression.

Ce passage est nécessaire par le fait d'avoir une compression dans la pression de sortie supérieur à la pression d'entrée, ainsi qu'une conservation de débit, pour ne pas perturber le fonctionnement et éviter le pompage du compresseur.



Figure 15 : Rotor de la turbine à gaz MS 5001

2. Section combustion :

La section combustion de la turbine à gaz MS5001 comporte l'enveloppe de combustion qui est composée de dix corps de combustion extérieure, dix ensemble chapeau et chemise de combustion, dix ensemble de pièces de transition et dix injecteurs de combustible, deux bougies d'allumage, deux détecteurs de flamme, dix tubes à foyer et diverses garnitures.

- Enveloppe de combustion :

L'enveloppe de combustion est un élément soudé entourant la partie arrière du corps de refoulement du compresseur et recevant l'air de refoulement du compresseur à flux axial. Le combustible est envoyé dans chaque chemise des chambres de combustion par un injecteur de combustible monté dans le couvercle de cette dernière et pénétrant dans la chemise. Lorsque l'allumage se produit dans les tubes à foyer, ils vont allumer le mélange air combustible des autres chambres.

- Corps de combustion :

Les brides arrière des dix corps de combustion sont montées sur la surface verticale avant de l'enveloppe de combustion avec chaque corps par les tubes foyer.

Les ensembles chapeau chemise se trouvent à l'extérieur de chaque corps. Les injecteurs de combustibles montés dans les couvercles du corps de combustion pénètrent dans les chambres et assurent l'alimentation en combustible.

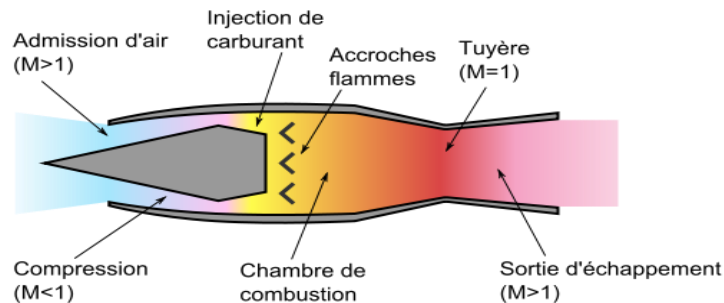


Figure 16 : Chambre de combustion

Le rôle de la chambre de combustion :

Le rôle de la chambre de combustion c'est de fournir la quantité de chaleur nécessaire pour le cycle de la turbine à gaz, les formes des chambres de combustion sont étudiées pour remplir les conditions suivantes :

- La durée de vie la plus longue possible.
- Avoir un encombrement minimal.
- Garantir un bon allumage et une stabilité de la flamme.
- Assurer une combustion la plus complète possible.
- Eviter le dépôt de carbone sur les brûleurs et les parois, ainsi que des fumées.
- Réduire les pertes de charges.

III.3.4 Le système de commande SPEEDTRONIC Mark VI

Le système de commande SPEEDTRONIC est prévu pour assurer la commande et la protection des turbines à gaz et à vapeur. Grâce aux derniers développements technologiques on a abouti à la version Mark VI du système SPEEDTRONIC qui est basé sur les automates programmable industriel API. Les fonctions principales du système de commande de la turbine Mark VI sont les suivantes : · La commande de la vitesse pendant le démarrage et l'arrêt de la turbine. · La commande de la charge de la turbine pendant le fonctionnement normal. · La surveillance et la protection contre d'éventuelles survitesses, réchauffements, vibrations ou pertes de flamme.[29]

III.4 La Démarche de l'EvRP sur la centrale électrique[30] :

III.4.1 Rôle et responsabilité de la direction centrale HSE Sonatrach :

III.4.1.1 Direction Centrale Santé, Sécurité & Environnement :

La Direction Centrale HSE est tenue de :

- Élaborer le référentiel EvRP et assurer sa révision (guide pratique de mise en œuvre de l'EvRP).

- Définir la démarche et la méthode pour la mise en œuvre de l'EvRP.
- Assurer le suivi des plans de formation sur l'EvRP.
- Accompagner et conseiller les Comités de Pilotage Activité/ Direction, dans la mise en œuvre de l'EvRP.
- Définir les règles de suivi de la mise en œuvre de l'EvRP.
- Assurer l'audit relatif à la mise en œuvre de l'EvRP.
- Assurer le reporting à la Direction Générale.

III.4.1.2 La Direction HSE des Activités et Directions Centrales :

Les structures HSE des Activités/Directions sont responsables de :

- La diffusion du référentiel EvRP.
- L'accompagnement des structures de l'Activité/Direction dans l'adaptation du référentiel EvRP.
- L'accompagnement des structures de l'Activité dans la mise en œuvre de l'EvRP.
- Le suivi et la mise en œuvre des programmes de formation relatifs à l'EvRP.
- La consolidation, l'analyse, et le suivi de la mise en œuvre de l'EvRP et des plans d'actions de prévention.
- La réalisation d'audits relatifs à la mise en œuvre de l'EvRP.
- Le reporting à la Direction Centrale HSE.

III.4.1.3 La Direction Régionale/Complexe/Unité :

- L'installation des membres du comité de pilotage Régions/ Sites.
- La formation des membres du comité de pilotage Régions et Sites.
- La mise en place d'une organisation pour la réalisation de l'EvRP.
- La programmation des séances d'information et de sensibilisation au profit des travailleurs.
- La mise en œuvre de l'EvRP.
- La mise en place d'un plan d'actions de prévention et la définition des outils de suivi,
- La réalisation d'audits relatifs à la mise en œuvre de l'EvRP.
-

III.4.1.4 Le groupe de travail EvRP activité :

- Appliquer la démarche d'évaluation des risques professionnels au niveau de l'activité.
- Coordonner avec les groupes de travail EvRP site.
- Déterminer les moyens à mettre en œuvre pour réussir la démarche. Assurer une supervision efficace des travaux sur site et remonter les résultats à la hiérarchie.

III.4.1.5 Le groupe de travail EvRP site :

- Garant de la démarche sur site :
- Définir le champ d'intervention sur le site (ateliers, postes de travail, tâches, procédé, activité, etc.) en collaboration avec les structures concernées.

- Promouvoir la collaboration et la communication entre les membres du groupe et les structures opérationnelles, y compris les travailleurs et leurs représentants, pour faciliter la mise en place de la démarche.
- Assurer le suivi de la mise en place des plans d'actions issus de l'évaluation des risques professionnels.

III.4.1.6 La commission hygiène et sécurité :

- Contribuer à la démarche d'évaluation des risques professionnels.

III.4.2 Mise en œuvre de l'EvRP :

III.4.2.1 La mise en place de l'organisation :

Mise en place de l'organisation La mise en œuvre de l'EvRP au sein de l'Entreprise repose sur une organisation à 03 niveaux :

Niveau 1 : Comité de Pilotage Entreprise.

Niveau 2 : Comité de Pilotage Activité/Direction.

Niveau 3 : Comité de Coordination Région/Complexe/Unité

La composition et les missions des 03 comités.

III.4.2.1.1 La préparation de l'évaluation :

- A. L'installation des comités de pilotage et la mise à disposition des moyens :
 - Installer un comité de pilotage par décision signée par le responsable de la structure.
 - Mettre à disposition des moyens (salle pour les réunions, micro-ordinateur ...etc.)
 - Prévoir au moins une journée de travail par semaine consacrée à l'EvRP, R
- B. La formation des comités de pilotage sur les règles et les techniques d'évaluation des risques professionnels :
 - La transmission des règles et les techniques d'évaluation des risques professionnels, de telle façon que les groupes de travail les maîtrisent totalement.
 - La formation est dispensée par l'IAP/DCP-RHU au niveau de ses 04 écoles (Boumerdes, Skikda, Arzew et Hassi-Messaoud),
- C. L'étude des éléments d'entrées de l'EvRP :
 - La mise à jour de l'identification des risques professionnels :
 - La Fiche d'Unité Entreprise.
 - L'analyse des bilans :
 - ✓ Des accidents du travail, des maladies professionnelles.
 - ✓ Des activités de médecine du travail.
 - ✓ Des activités de la CHS.
 - Les audits et inspections :
 - ✓ Les incidents, les dysfonctionnements techniques.
 - ✓ L'état des bâtiments, des installations et des équipements.
 - ✓ Les rapports de visite de l'ingénieur HSE et du médecin du travail.
 - Les documents relatifs à :

- ✓ La réglementation, les registres règlementaires, les consignes, les notices, le plan de masse, les fiches de données de sécurité.
- ✓ Le registre des anomalies (exigences HSE/MS).
- Les mesures d'ambiances (bruit, lumière, polluants, rayonnements, ...),

III.4.2.2 La mise en œuvre de l'étude :

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

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

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

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

III.4.2.1 Élaboration du Plan actions de prévention et les outils de suivi :

III.4.2.1.1 La présentation du document de l'EvRP au responsable de la structure :

Le groupe de travail présente le document d'évaluation des risques professionnels (la matrice d'évaluation) au premier responsable de la structure et ce, lors d'une réunion de direction.

III.4.2.1.2 L'établissement par la direction d'un plan d'actions de prévention :

Le responsable de la structure établit un plan d'actions de prévention dans lequel il définit clairement :

- L'action de prévention.
- L'objectif à atteindre.
- Le service /la personne qui pilotera l'action.
- Les moyens pour la réalisation de cette action.
- Le délai prévisionnel pour sa réalisation.
- La mise en place des outils de suivi du plan d'actions

III.4.2.1.3 La Direction doit mettre en place une organisation et des outils de suivi du plan d'actions

La Direction doit mettre en place une organisation et des outils de suivi du plan d'actions de prévention par exemple :

- Une réunion trimestrielle du comité de pilotage site : pour établir un point de situation de l'état de réalisation des actions de prévention.

- Une CHS extraordinaire annuelle dédiée à l'EvRP et /ou dans le cadre de la revue de Direction pour de débattre :
 - ✓ La mise à jour de l'EvRP.
 - ✓ Le taux de réalisation des actions de prévention.

III.4.3 L'audit :

L'audit La mise en œuvre de l'EvRP fera l'objet d'un audit interne et ce, dans le but d'aider les sites à atteindre les objectifs de l'évaluation et d'assurer la conformité.

III.4.3.1 Au niveau des sites opérationnels :

La structure HSE du site assurera l'audit interne. L'audit interne doit être entrepris périodiquement par l'examen des actions réalisées dans le site. Cet audit permettra d'évaluer la conformité par rapport à la démarche et de s'améliorer en conséquence.

III.4.3.2 Au niveau Activités et DC/HSE :

La Direction Centrale HSE et les Directions HSE des Activités assureront les audits et ce, dans le cadre d'un système de management dans lequel l'évaluation des risques professionnels constitue un élément (sous système).

L'audit se fera selon les trois techniques d'audit :

- La revue documentaire
- Les interviews
- L'observation

III.5 Exploitation et contrôle de la turbine à gaz[31] :

III.5.1 Système de lancement :

III.5.1.1 Généralités :

Avant que la turbine à gaz puisse être activée et démarrée, elle doit être tournée ou démarrée à la main par équipement accessoire. On peut accomplir tout cela par un moteur à induction électrique en opérant par un convertisseur de couple afin de pourvoir le couple de démarrage et la vitesse nécessaires pour le démarrage de la turbine.

Les composants du système de démarrage prévoient aussi une rotation de vitesse lente de la turbine pour le refroidissement après l'arrêt de la même.

Les composants du système de démarrage du moteur électrique comprennent :

Le moteur d'induction, le convertisseur de couple avec rochet, embrayage de démarrage et un système de rochet hydraulique.

En outre existe de nombreux composants supplémentaires nécessaires pour la mise en séquence et le fonctionnement du système de démarrage de la turbine.

III.5.1.2 Vérification avant le lancement quotidien :

- Vérifier le niveau d'huile dans le réservoir.
- Vérifier la pression d'alimentation de carburant.

- Chercher les fuites d'huile ou de carburant autour de la turbine, déterminer la cause et l'éliminer.
- Examen visuel de serrage des écrous des vis et d'autres dispositifs de fixation.
- Vérifier le serrage et les conduites d'isolation de toutes les connexions électriques et chercher les marques de corrosion chercher la possibilité d'échappement sur tous les tuyaux.
- Vérifier la grille et les filtres d'entrée d'air de la turbine.
- Vérifier le circuit d'échappement retirer la poussière, glace et autre matières qui pourraient obturer le passage d'entrée d'air et les événements.
- Vérifier le niveau d'huile des graisseurs.
- Vérifier qu'il n'existe pas d'obstructions dans les raccords et les conduites.

III.5.1.3 Vérifications pendant l'exploitation :

- Repérer les vibrations ou les bruits.
- Vérifier le changement possible du temps d'accélération au cours du lancement.
- Vérifier l'accroissement possible de la température d'échappement de la turbine repérer les signes de conditions de fonctionnement inhabituelles (décoloration, fissures, frottements, vibrations...).
- Vérifier le niveau d'huile toutes les 24H, ne pas trop remplir le réservoir d'huile car il peut être injecté ce qui entraîne un balayage dans le circuit du rotor.

III.5.1.4 Réglage du régime :

On peut régler le régime de la turbine pour obtenir une fréquence voulue, en mettant le sélecteur du régime sur R (augmentation) ou L (baisse).

III.5.1.5 Démarrage :

Une turbine à gaz doit être amenée à son régime par un démarreur auxiliaire Dans la turbine à arbre unique, ce démarreur doit faire démarrer et amener à leur régime : la turbine à compression d'air, le réducteur et la machine réceptrice ; on doit prendre des dispositions pour supprimer toute charge sur la machine réceptrice pour faciliter ce démarrage.

On assure pour cela que les volets des cintres de la capacité sont bien fermés, il peut quelques fois nécessaire de dépressuriser le système de réfrigération.

Dans le type à arbres séparés, seul le compresseur d'air et sa partie turbine doivent être démarré et monter en régime.

Le problème de démarrage en est grandement facilité, le reste de l'ensemble commencera à tourner lorsqu'un couple suffisant sera appliqué aux aubes de sa partie turbine.

A ce moment, la turbine principale peut être bien à son régime et le combustible allumé.

Pour le démarrage, des moteurs à piston, des turbines à vapeur, des moteurs électriques, hydrauliques pneumatiques peuvent être utilisés.

III.5.1.6 Procédure d'arrêt normal :

- Déclencher le disjoncteur de puissance afin de débrancher la génératrice
- Appuyer sur le bouton d'arrêt (la pompe d'huile se met en marche et la turbine ralentie et s'arrête. La pompe de poste lubrification fonctionne pendant 30 minutes, environ, puis s'arrête automatiquement).
- Mettre le sélecteur principal à la position HORS CIRCUIT.

III.5.1.7 Arrêt d'urgence :

Presser le bouton d'arrêt et mettre le sélecteur principal à la position HORS CIRCUIT ; les contacts de relais de lancement auxiliaire transmettent un signal de déclenchement du disjoncteur de puissance.

III.5.2 Causes de mauvais fonctionnement :

III.5.2.1 Paliers chauds :

- Mauvais alignement de l'arbre.
- Faible pression d'huile.
- Paliers rugueux.
- Huile de mauvaise qualité ou ne convenant pas.
- Poussées axiales.
- Vibrations.

III.5.2.2 Vibrations :

- Mauvais alignement de l'arbre.
- Ensemble qui n'est pas à niveau.
- Jeu dans les paliers.
- Ensemble mal équilibré.
- Régulateur mal placé.

III.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, une présentation des différentes parties, divisions de la centrale électrique TFT.

Une description détaillée précisément de la turbine à gaz MS 5001 à été présentée, une étude du système de commande et de contrôle ainsi que du système de protection et d'exploitation qui sont employée.

Chapitre 04:

*Evaluation des risques au niveau d'une
centrale électrique TF*

IV. Chapitre 04 : Evaluation des risques au niveau d'une centrale électrique TFT à l'aide d'un questionnaire

IV.1 Introduction :

L'évaluation quantitative des risques au niveau de la centrale électrique nécessite une bonne compréhension sur du site industriel, à cet effet ce chapitre présente deux axes essentiels pour l'élaboration d'une évaluation des risques précises et bien définis.

Par la première partie on va réaliser un questionnaire quantitatif bien déterminé pour avoir une vision globale sur tous les risques omni présents au niveau de la turbine à gaz.

Pour la deuxième partie on va établir un tableau d'évaluation des risques (Risk Assessment) en suivant les étapes présentées par la partie bibliographique dans le but de diminuer la criticité des accidents et assurer la prévention et la protection des personnes, biens et environnement.

IV.2 Elaboration d'un questionnaire :

IV.2.1 Constitution d'un échantillon représentatif :

Dans une étude quantitative nous nous intéressons à une certaine catégorie de personnes, qu'ont un lien direct avec la centrale électrique.

En effet, la taille de l'échantillon repose surtout sur un compromis entre : le degré de précision que l'on souhaite atteindre, le temps dont on dispose pour réaliser le sondage et analyser les résultats.

Pour notre questionnaire on a proposé des questions bien précises et définies pour un échantillon représentatif de 18 personnes.

Notre échantillon se compose de :

- Par catégories de divisions :

Division HSE : 8 personnes

Division Exploitation : 3 personnes

Division Maintenance : 6 personnes

Division engineering production : 1 personnes

- Par catégories de l'âge :

Plus 35 ans : 10 personnes

Moins 35 ans : 8 personnes

Ces questions divisées à trois parties :

- La première partie a titre d'information sur le travailleur (âge, la tâche).
- La deuxième partie, ce sont des questions relatives aux risques professionnels, la majorité de ces questions sont des questions de type QCU.
- La troisième partie spécialement pour les risques industriels et les mesures de contrôles existants.

IV.2.2 Elaboration du questionnaire :

Le questionnaire a été envoyé aux personnels par mail comme suite :

Thème : Evaluation quantitatives des risques au sein d'une centrale électrique

Introduction :

Formule de politesse, Mes Salutation,

Présentation : Nous sommes des étudiants universitaires Master 02 spécialité sécurité industriel et environnement, de l'Institut de maintenance et sécurité industrielle, université Oran 02 (Daoudi Riyadh, Abadli Mohammed),

Dans le cadre de la réalisation de notre thème de masteron est amené à élaborer une évaluation des risques industriels et professionnels d'où on vous envoie ce présent questionnaire,

L'objectif de notre étude est d'avoir une connaissance suffisante et détaillée sur les risques au niveau de centrale électrique (TFT), plus précisément les turbines à gaz, Le questionnaire ne devrait prendre que 10-15mn et vos réponses resteront anonymes.

Pour toute question relative au questionnaire, veuillez nous contacter à l'adresse suivante : riyadhdaoudi4@gmail.com, Nous vous remercions vivement pour votre participation.

cordialement

Questionnaire :

- a. Votre division :
 - a) Engineering production
 - b) Maintenance
 - c) Exploitation
 - d) HSE
- b. Votre âge :
 - a) - 35 ans
 - b) +35 ans

Partie 01 Risque professionnels :

1. Est-ce que vous êtes soumis à une exposition sonore quotidienne supérieure à 80 dB ?
 - a) Oui
 - b) Non
2. Les mesures de prévention pour le bruit sont-elles prises en considération ?
 - a) Oui
 - b) Non
3. Le niveau d'éclairage vous semble-t-il uniforme autour des turbines ?
 - a) Oui
 - b) Non
4. Existe-il des consignes de sécurité lors d'utilisation des outils pneumatiques, vibrants, chariots élévateurs lors de réparation ?
 - a) Oui
 - b) Non
5. Est-ce que vous êtes formés à l'utilisation des produits : connaissance des pictogrammes, des incompatibilités entre produits, des moyens de protection adéquats ?
 - a) Oui
 - b) Non
6. Est-ce que vous êtes exposés à des produits chimiques par contact cutané, inhalation ou ingestion (irritants Xi, corrosifs C, nocifs Xn, toxiques T) ?
 - a) Oui
 - b) Non

7. Quelles sont les manutentions qu'existent-ils lors de la réalisation de votre tâche ?
 - a) Manutentions répétées et rapide
 - b) Manutentions de poids élevé
 - c) manutentions dans un environnement particulier (froid, chaud).
8. Etes-vous formés aux bonnes pratiques de la manutention manuelle ?
 - a) Oui
 - b) Non
9. Les appareils de manutention sont-elles entretenues et vérifiées régulièrement ?
 - a) Oui
 - b) Non
10. La formation professionnelle des salariés est-elle réalisée de façon régulière ?
 - a) Oui
 - b) Non
11. Existe-t-il dans l'entreprise des fils dénudés, sous tension accessibles aux salariés ?
 - a) Oui
 - b) Non

Partie 02 Risque industriels :

1. C'est quoi le risque industriel le plus fréquent dans les turbines à gaz ?
 - a) Risque toxique
 - b) Risque d'explosion
 - c) Risque thermique
 2. Est-il arrivé déjà une rupture d'une canalisation de gaz à l'intérieur de la centrale ?
 - a) Oui
 - b) Non
 3. Est-il arrivé déjà des menaces pour les aubes de la turbine ?
 - a) Oui
 - b) Non
- Si Oui, à cause de quoi ? (Vous pouvez choisir plusieurs réponses)
- a) Des forces centrifuges
 - b) Des forces de flexion
 - c) Des forces de frottement
 - d) Des contraintes liées aux vibrations
4. Existe-il une méthode de surveillance des différentes parties des turbines ?
 - a) Oui
 - b) Non
 5. Existe-il des mesures préventives pour les turbines ?
 - a) Oui
 - b) Non
 6. Etes-vous formés pour le risque incendie ?
 - a) Oui
 - b) Non
 7. Les zones à risque d'explosion sont-elles définies et bien délimitées ?
 - a) Oui
 - b) Non
 8. Existe-t-il un plan d'évacuation ? Est-il testé ?
 - a) Oui
 - b) Non
 9. Existe-il un superviseur HSE en cas de révision générale de la turbine ?
 - a) Oui
 - b) Non
 10. Existe-il une traçabilité des vérifications périodiques ?
 - a) Oui
 - b) Non
 11. Des visites de sécurité sont-elles régulièrement pratiquées ?
 - a) Oui
 - b) Non

IV.2.3 Analyses des données :

Dans cette étape on va analyser chaque question pour obtenir des résultats en utilisant la fréquence, les pourcentages, graphes, tableau dynamique croisé.

Question 01 :

Est-ce que vous êtes soumis à une exposition sonore quotidienne supérieure à 80 dB ?

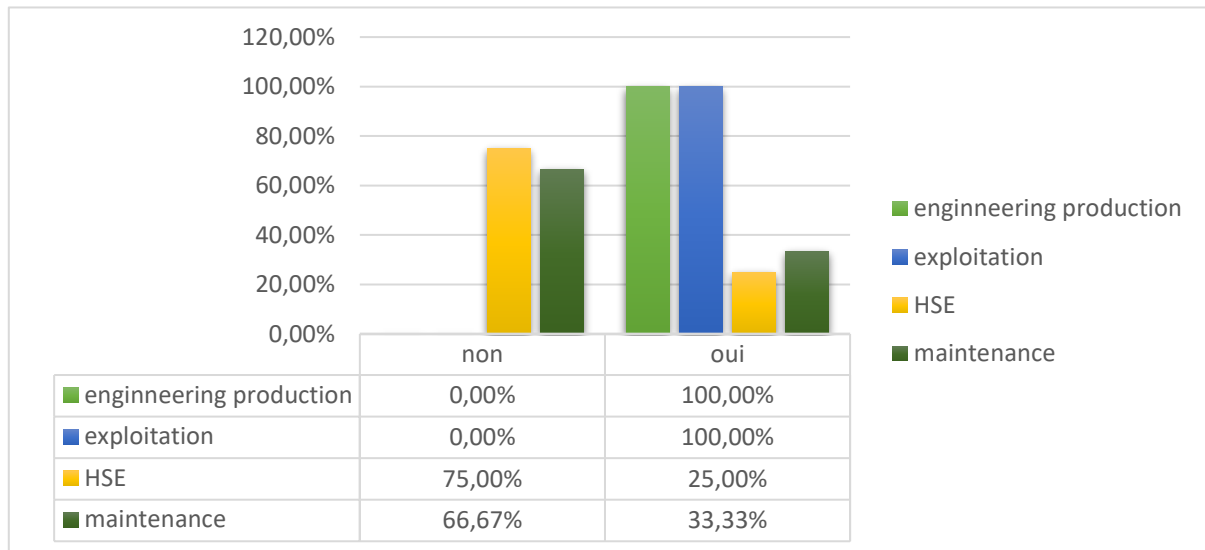


Figure 17 : Pourcentage de personnes soumis à une exposition sonore quotidienne supérieure à 80dB

Commentaire : Ce graphe présente l'exposition sonore quotidienne supérieure à 80dB, on voit que le personnel des divisions exploitation et engineering production sont les plus soumis aux sources sonores plus que 80 dB car ils sont présents à plein temps près de la turbine

Question 02 :

Les mesures de prévention pour le bruit sont-elles prises ?

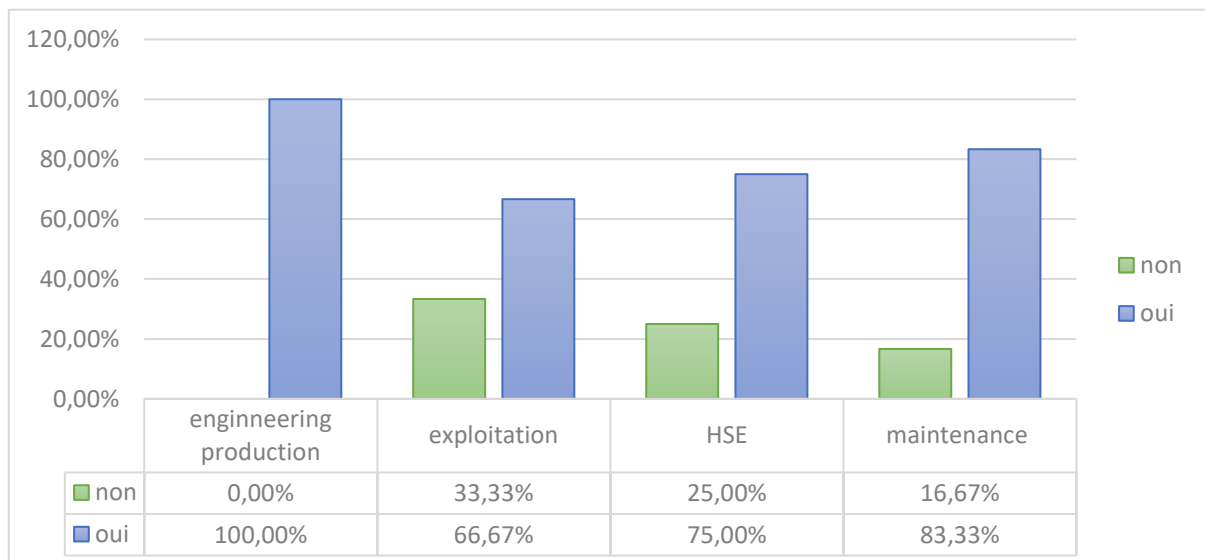


Figure 18 : Pourcentage de la présence des mesures de bruit

Commentaire : Ce graphe représente la présence des mesures de prévention contre le bruit, on voit que les quatre divisions confirment la présence des mesures de prévention contre le bruit.

Question 03 :

Le niveau d'éclairage vous semble-t-il uniforme autour des turbines ?

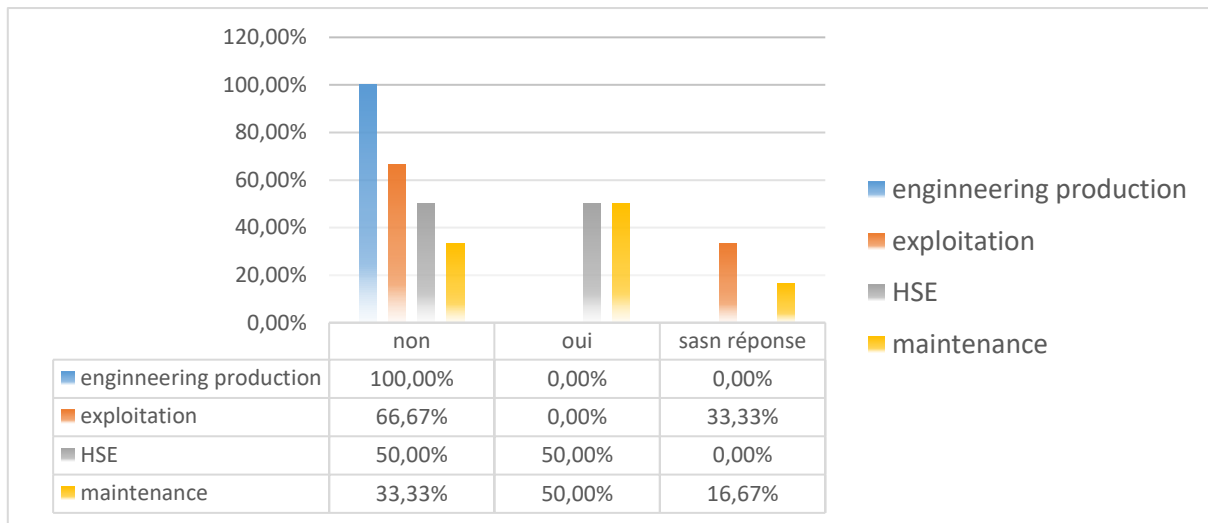


Figure 19 : Le niveau d'éclairage autour des turbines

Commentaire : Ce graphe présent l'efficacité de l'éclairage autour des turbines, on voit que la majorité des personnes dans différentes divisions souffrent d'un manque de l'éclairage (100% pour engineering production, exploitation, maintenance).

Question 04 :

Existe-il des consignes de sécurité lors d'utilisation des outils pneumatiques, vibrants, chariots élévateurs lors de réparation ?

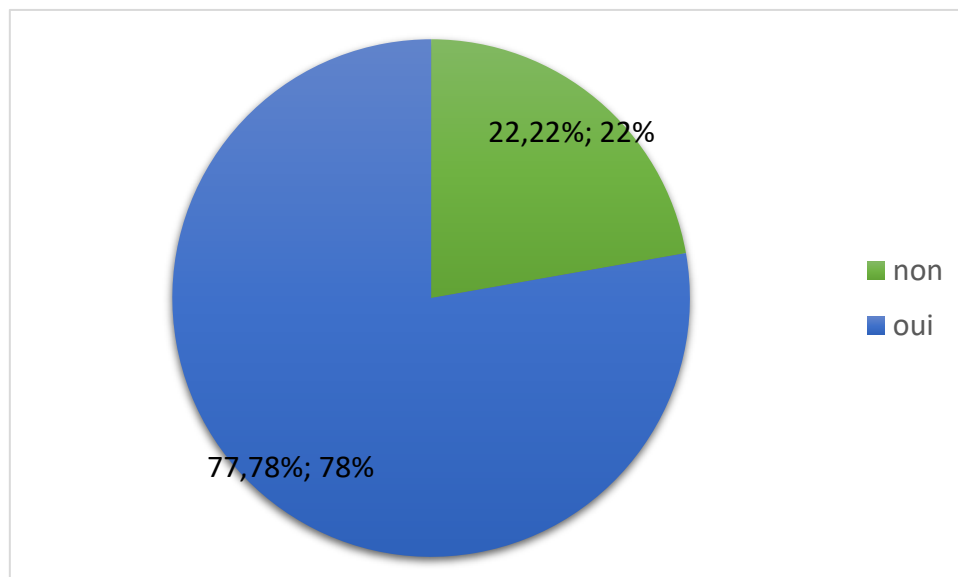


Figure 20 : l'existence des consignes de sécurité lors d'utilisation des outils pneumatiques

Commentaire : Ce graphe présente l'existence des consignes de sécurité lors d'utilisation des outils pneumatiques, vibrants, chariots élévateurs lors de réparation, on voit que 77.78% des répondants confirme la présence de ces consignes de sécurité.

Question 05

Est-ce que vous êtes formés à l'utilisation des produits : connaissance des pictogrammes, des incompatibilités entre produits, des moyens de protection adéquats ?

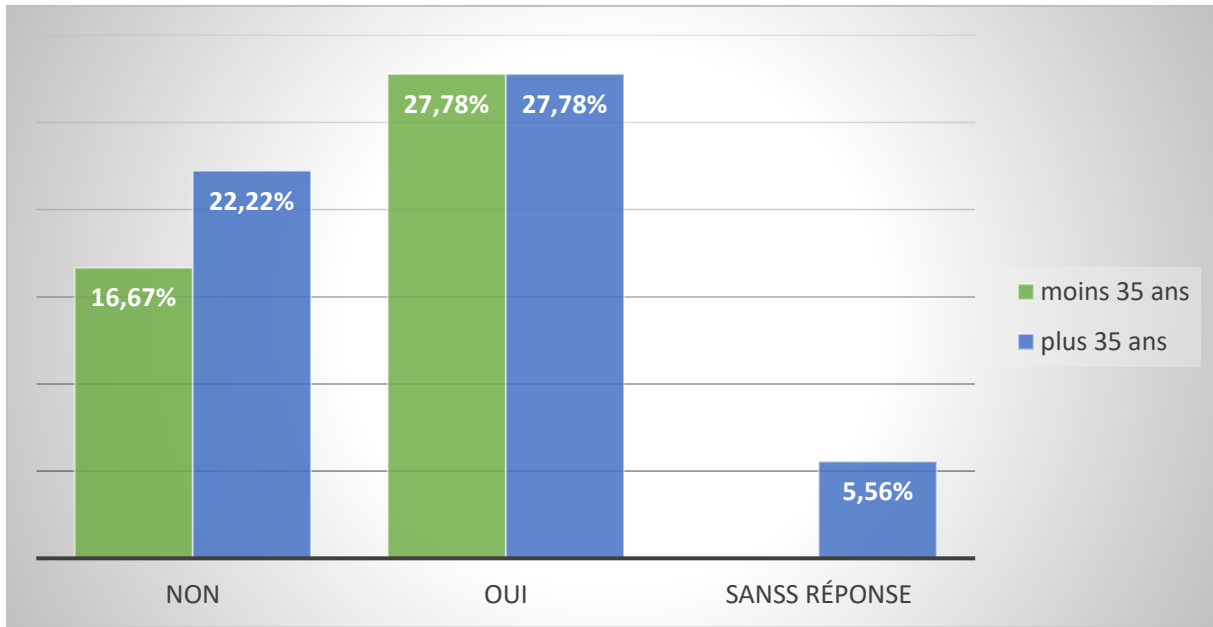


Figure 21 : Pourcentage de la connaissance de l'utilisation

Commentaire : Ce graphique présente la connaissance de l'utilisation des produits, connaissance des pictogrammes, on voit que plus 38% ont dit que non donc le risque aux personnes est élevé même s'ils sont plus âgés plus 35ans c'est-à-dire plus d'expérience que les jeunes travailleurs, il faut être pris en compte ce point.

Question 06 :

Est-ce que vous êtes exposés à des produits chimiques par contact cutané, inhalation ou ingestion (irritants Xi, corrosifs C, nocifs Xn, toxiques T) ?

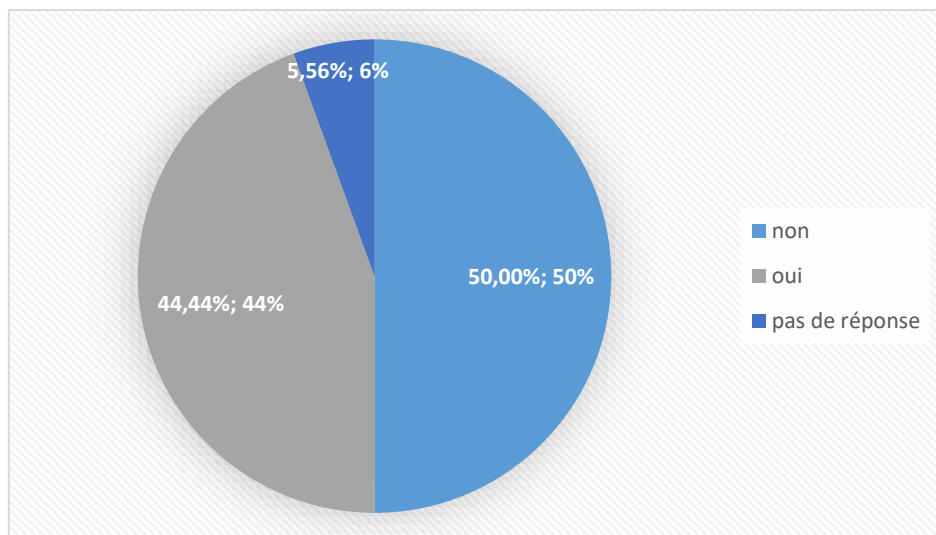


Figure 22 : Pourcentage d'exposition aux produits chimiques

Commentaire : Ce graphe présente le pourcentage d'exposition à des produits chimiques dangereux, on voit qu'une partie importante des réponses montre que 44,44% du personnel sont exposés à des produits chimiques par contact cutané, inhalation ou ingestion (irritants Xi, corrosifs C, nocifs Xn, toxiques T)

Question 07 :

Quelles sont les manutentions existantes dans votre tâche ?

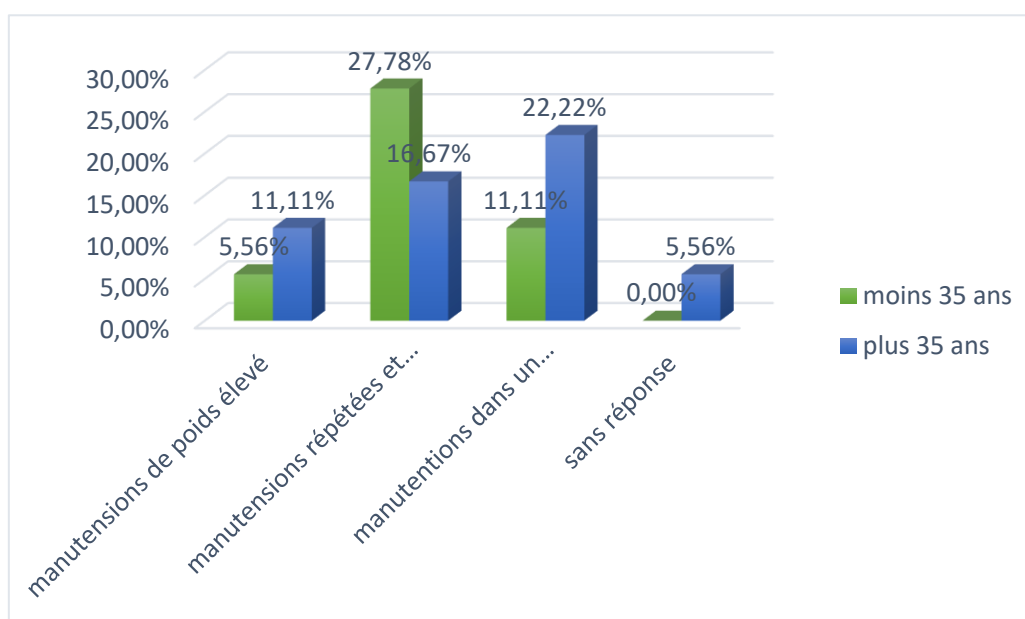


Figure 23 : Les Manutentions les plus existantes dans les tâches

Commentaire : Ce graphe présente les différentes manutentions dans notre centrale électrique, on voit que les personnes moins de 35 ans effectuent leurs tâches de manière répétitive et rapide, ce qui peut entraîner des dommages à la santé dans le futur.

Question 08 + Question 10 : Les deux questions sur la formation des salariés :

Vous êtes formés aux bons gestes de la manutention manuelle ?

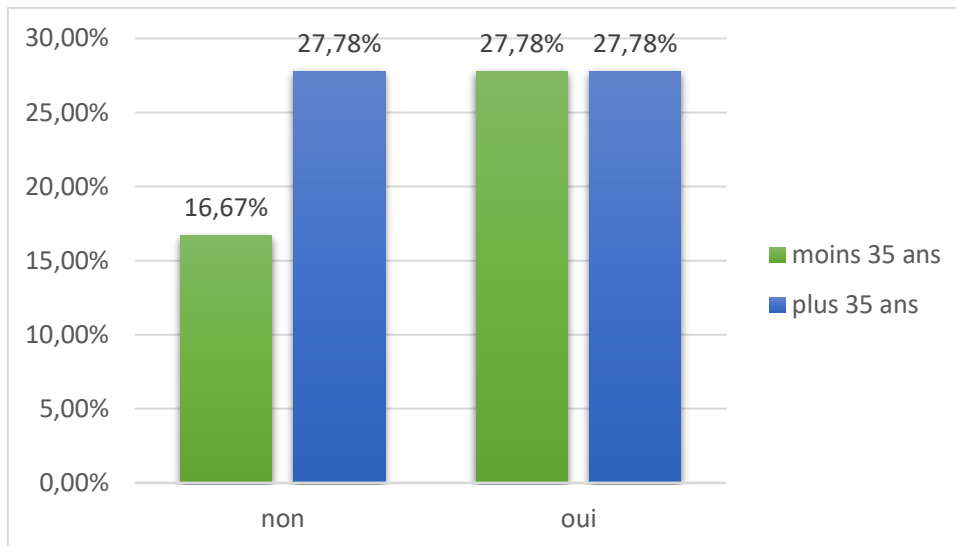


Figure 24 : Les personnes formés pour les bons gestes de la manutention

La formation professionnelle des salariés est-elle réalisée de façon régulière ?

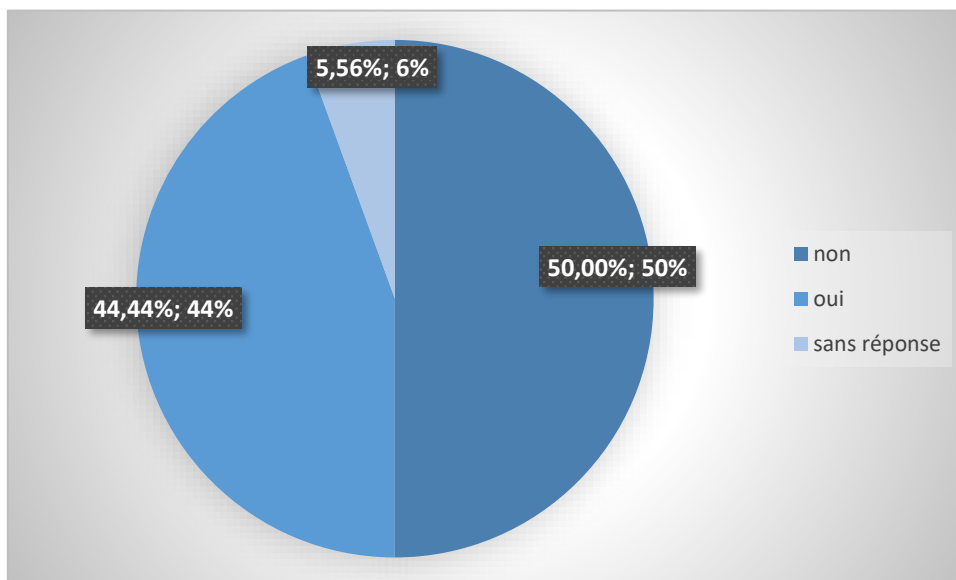


Figure 25 : La formation professionnelle régulières des salariés

Commentaire : ces deux graphes représentent le pourcentage des bons gestes de la manutention manuelle et aussi s'il existe en réalité une formation professionnelle de façon régulière, on voit que plus que 43% ne sont pas formés aux bons gestes de la manutention manuelle, d'autre part 50% confirme l'absence de la formation professionnelle.

Question 09 :

Les appareils de manutention sont-ils entretenus et vérifiés régulièrement ?

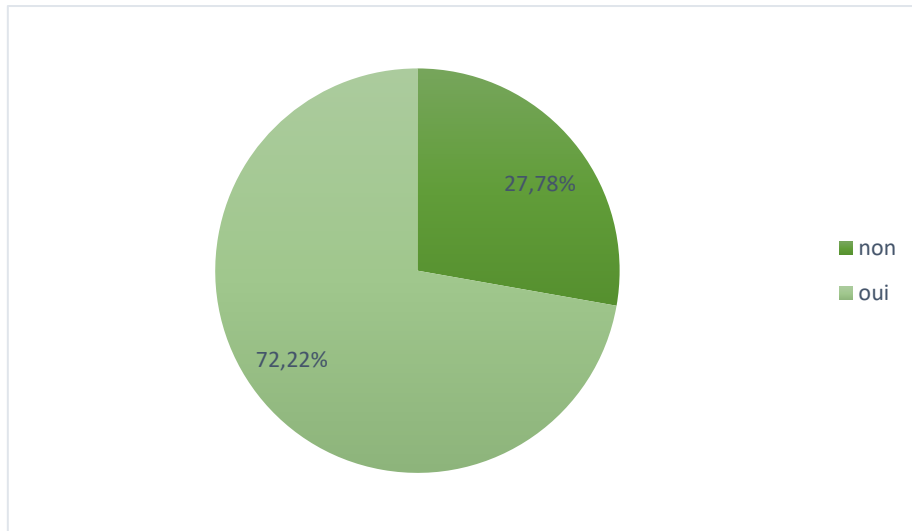


Figure 26 : Les vérification réguliers des appareils de manutentions

Commentaire : ce graphe présent la vérification des appareils de manutention, on voit que 72.22% des répondants ont dit qu'ils existent des contrôles périodiques de ces appareils mais ça ne suffit pas comme mesure de prévention.

Question 11 :

Existe-t-il dans l'entreprise des fils dénudés, sous tension accessibles aux salariés ?

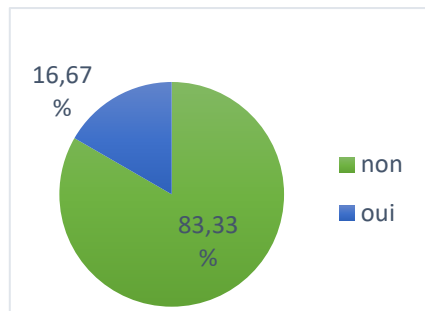


Figure 27 : : La présence des fils électriques accessibles aux salariés globaux

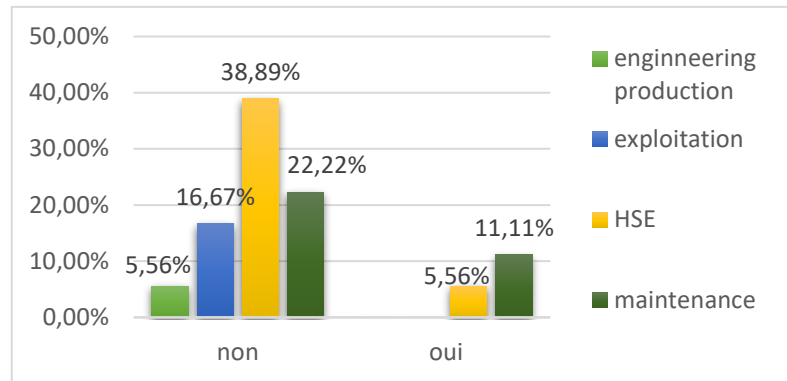


Figure 28 : La présence des fils électriques accessibles aux salariés par chaque division

Commentaire : Ces deux graphes présentent l'existence des fils dénudés, sous tension accessibles aux salariés c'est-à-dire la présence d'un risque électrique sur le terrain, on voit que 83.33% ont dit que non et c'est une bonne image pour la sécurité, mais si on prendre une autre vision pour le deuxième graphe, on voit qu'une partie de la division maintenance confirme la présence des fils dénudés alors une grande possibilité qu'ils sont exposé à ce risque électrique.

Partie 02 :

Question 01 :

C'est quoi le risque industriel le plus fréquent dans les turbines à gaz ?

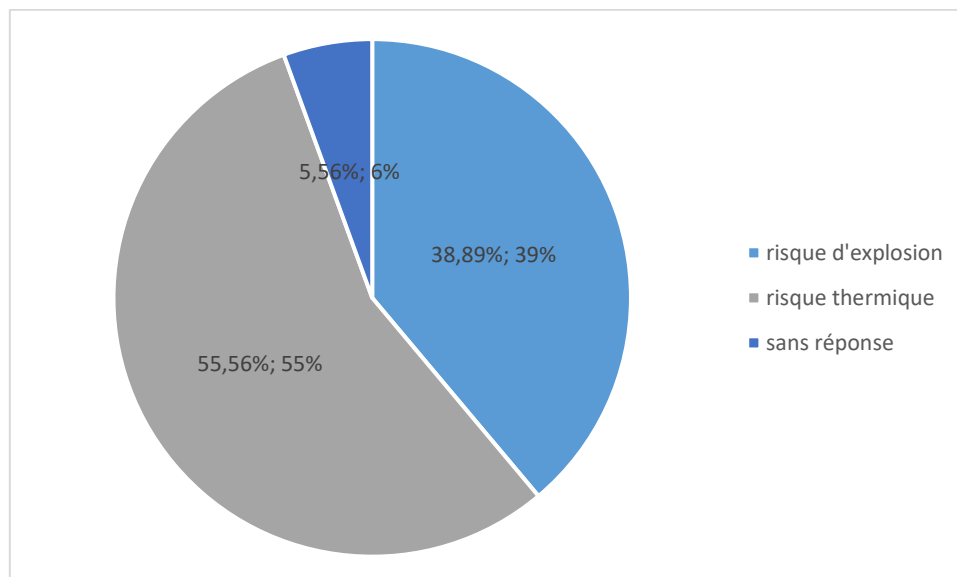


Figure 29 : Le risque industriel le plus fréquent dans les turbines à gaz

Commentaire : ce graphe présent les plus fréquents risques industriels dans les turbines à gaz, on voit que 55.56% des répondants choisi et les autres pour le risque thermique.

Question 02 :

Est-ce que déjà arrivé une rupture a une canalisation de gaz à l'intérieur de centrale ?

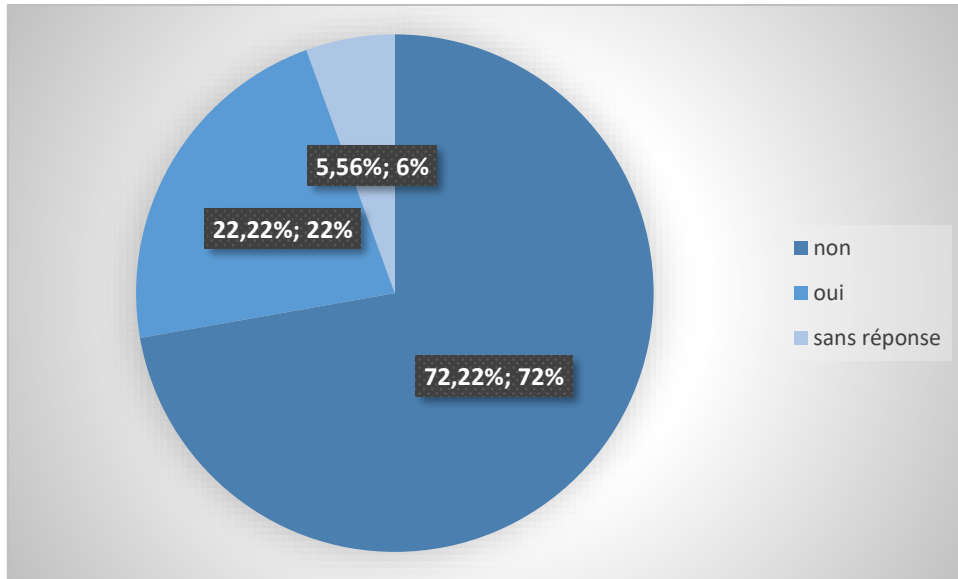


Figure 30 : La présence d'une rupture a une canalisation de gaz

Commentaire : ce graphe présente la possibilité d'avoir une rupture d'une canalisation de gaz à l'intérieur de la centrale électrique, on voit que 22,22% des répondants ont confirmé la possibilité de rupture de la canalisation, et c'est une partie importante et il faut prendre en compte les mesures nécessaires d'établir des barrières de sécurité préventives pour minimiser le risque industriel.

Question 03 :

Est-ce que déjà arrivé des menaces pour les aubes de la turbine ?

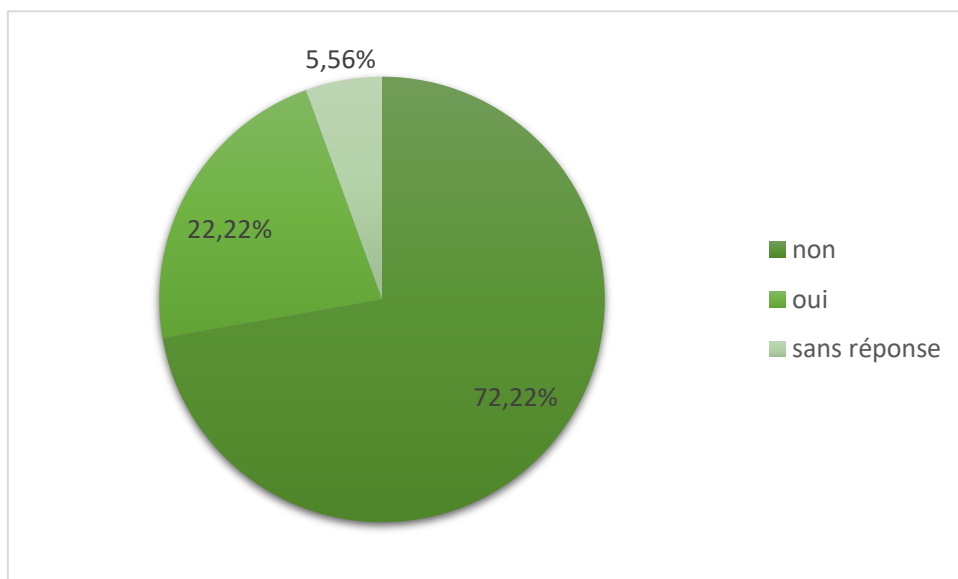


Figure 31 : Possibilité d'avoir des menaces pour les aubes de la turbine

Commentaire : ce graphe présente le taux des menaces pour les aubes de la turbine, on voit que 72.22% des répondants ont dit non par contre 22.22% confirme le contraire alors on peut dire qu'il faut mettre en œuvre les mesures préventives pour réduire ces menaces.

Question 04 + 05 :

Existe-il une méthode de surveillance des différentes parties des turbines ?

Existe-il des mesures préventives pour les turbines ?

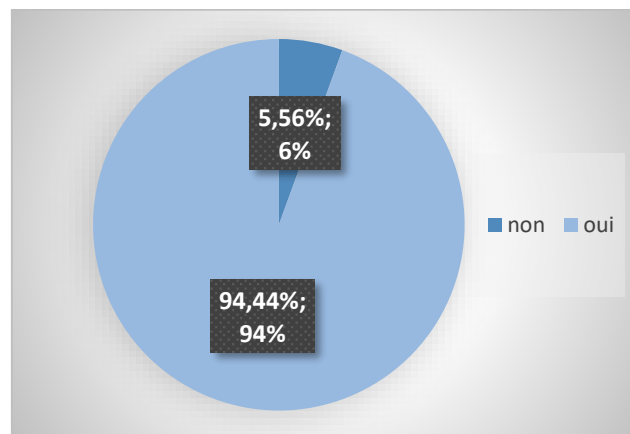


Figure 32 : Pourcentage de la présence d'une méthode de surveillance des différentes parties des turbines

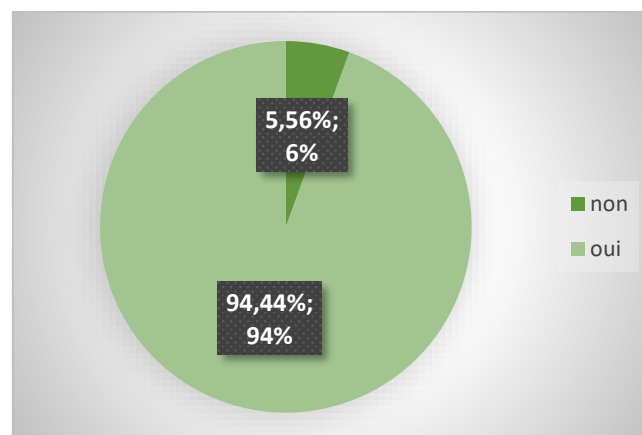


Figure 33 : Pourcentage de la présence des mesures préventives pour les turbines

Commentaire : Ces deux graphes montrent le pourcentage de présence des méthodes de surveillance des différentes parties des turbines et les mesures préventives pour les turbines, on voit 94.44% des répondants ont dit oui, donc le système de sécurité des turbines est efficace.

Question 06 :

Êtes-Vous formés pour le risque incendie ?

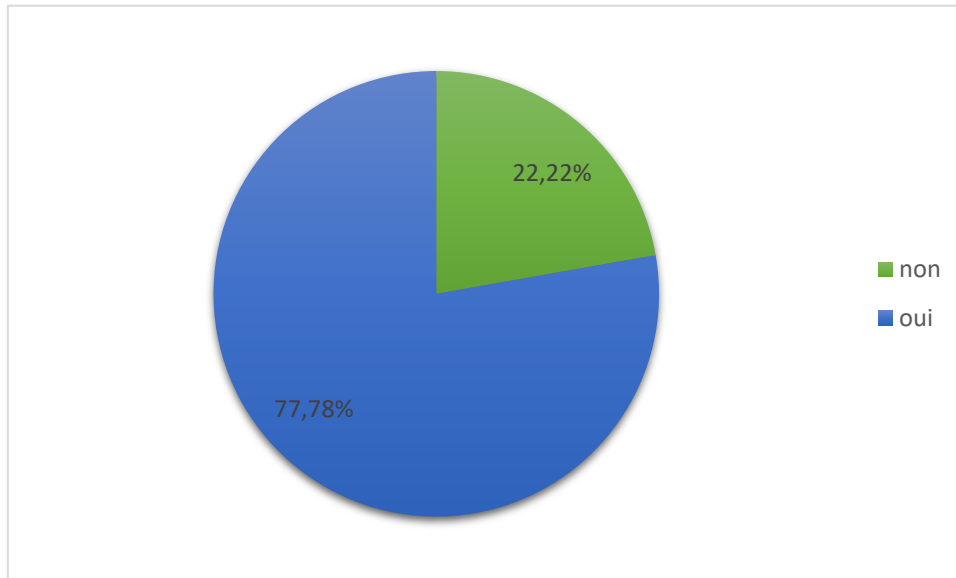


Figure 34 : La formation pour le risque incendie

Commentaire : Ce graphe présente la formation personnelle des personnes face au risque incendie, on voit que 77,78% sont formés mais il faut réaliser d'autres formations pour les autres travailleurs.

Question 07 :

Les zones à risque d'explosion sont-elles définies et bien délimitées ?

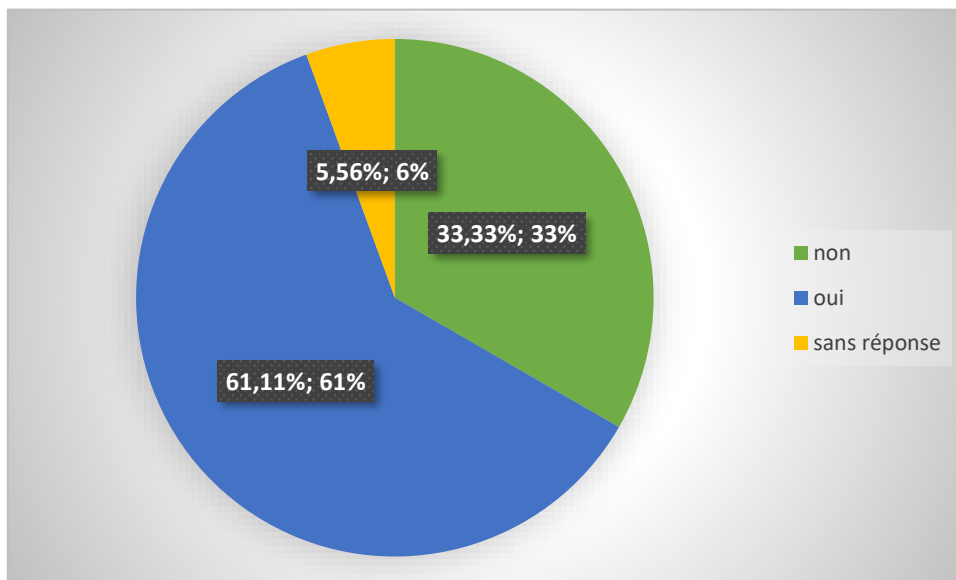


Figure 35 : La définition des zones à risque d'explosion

Commentaire : Ce graphe présente le pourcentage des zones à risque qui sont bien définies, on voit que 61,11% des répondants ont dit oui mais une partie importante des autres ont dit le contraire.

Question 08, 09, 10, 11 :

Existe-t-il Un plan d'évacuation ? Est-il testé ?

Existe-il un superviseur HSE en cas révision générale de la turbine ?

Existe-il une traçabilité des vérifications périodiques ?

Des visites de sécurité sont-elles régulièrement pratiquées ?

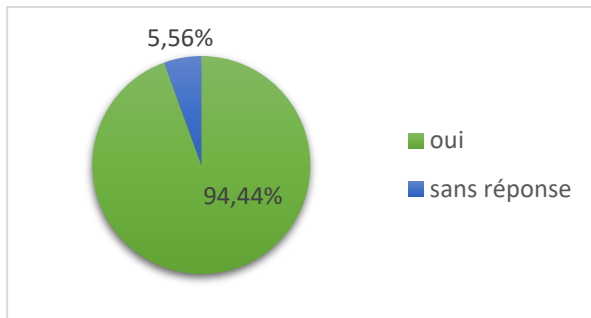


Figure 37 : La présence d'un plan d'évacuation

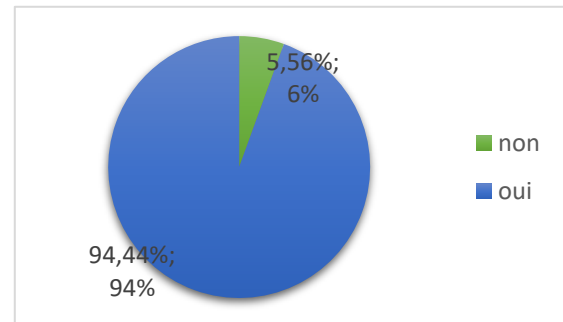


Figure 36 : Des visites de sécurité sont-elles régulièrement pratiquées

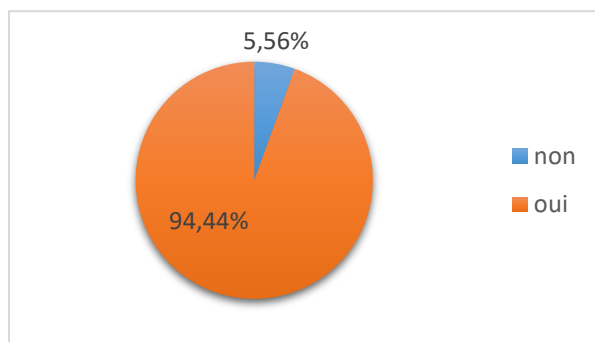


Figure 38 : La présence d'une traçabilité des vérifications périodiques

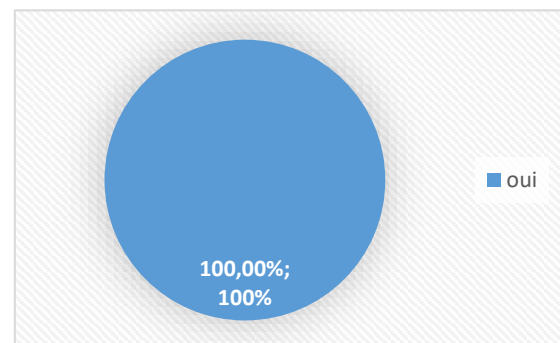


Figure 39 : La présence d'un superviseur HSE en cas révision générale de la turbine

Commentaire : Ces graphes représentent les mesures de sécurité au niveau d'une turbine à gaz comme plan d'évacuation, la présence superviseur HSE, traçabilité, des visites sécuritaires, on voit qu'une partie importante des personnes confirme que ces mesures sont bien réalisées et d'une manière régulière donc c'est un bon signe pour la sécurité.

IV.2.4 L'interprétation de nos résultats :

Notre questionnaire a été rempli par le personnel de la centrale électrique TFT, il nous a permis d'identifier les différents risques professionnels et technologiques existant au niveau des turbines à gaz et les mesures de contrôles actuelles, parmi les risques les plus fréquents :

- Risques liés aux bruits.
- Risques liés aux manutentions manuelles, le plus fréquent manutention répétée.
- Risques liés aux manipulations des produits chimiques.
- Risque électrique.

Pour les mesures de contrôles existant on a vu que l'organisation a pris soin du côté sécurité des salariés mais de façon générale, et pour cela notre travail intervient sur d'autres mesures de prévention nécessaires pour établir un système de sécurité performant.

IV.3 Evaluation quantitative des risques liés a la turbine a gaz « Par logiciel PHA »

G= Gravité, P= Probabilité, C= Criticité de risque.

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
1 Révision de la turbine	1. Bruit	1 Les turbines à gaz génèrent un bruit intense.	1 Fatigue physique et mentale, Troubles Neuropsychiques, Surdité	Opérateurs maintenance	1 Porte EPI	2	3	6	Etablir une cartographie de bruit.	2	2	4
					2 Sensibilisation, formation de base en sécurité.				Formation des opérateurs sur les risques liés au bruit.			
					3 Surveillance médicale				Limiter le temps d'exposition au bruit			
	2. Inhalation gaz/vapeurs inflammables	1 Inhalation des vapeurs d'hydrocarbures émanant des fuites (joint de bride, vanne, percement)	1 Troubles respiratoires Irritation des, voies respiratoires	Opérateurs MN Mécanicien	1 Sensibilisation, formation de base en sécurité	2	2	4	Faire une analyse de la dose des COV inhaler par l'opérateur et comparer avec le seuil admissible.	1	1	1
					2 Surveillance médicale				Formation des opérateurs sur les risques des produits chimique dangereux.			
					3 Porte EPI				La présence d'une équipe d'intervention			

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
									Ventilation			
									Porte des masques respiratoires			
									Mise en place des détecteurs de gaz			
	3.Contact avec l'huile de grisage	1 Contact avec l'huile (fuites) lors le nettoyage des parties auxiliaires des turbines	1 Irritation de la peau Allergie	Technicien électromécanicien	1 Sensibilisation, formation de base en sécurité 2 Surveillance médicale 3 Permis de travail	2	2	4	Étancher les fuites d'huile au niveau des parties auxiliaires des turbines. Formation des opérateurs sur les risques des produits chimique toxiques. Veiller au port effectif des EPI.	1	2	2
	4.Effort physique	1 Exerçant des efforts intenses lors de la manipulation des vannes (vannes coincées).	1 Fatigue, Douleurs des bras et lombaire, TMS	Technicien électromécanicien, personnel de maintenance	1 Graissage de vanne 2 Sensibilisation, formation de base en sécurité	3	2	6	Assurer l'entretien périodique des vannes (Procédure, et programme d'entretien). Former les opérateurs sur les gestes et postures	2	2	4

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
					3 Porte EPI				Mettre en place les appareils de manutentions mécaniques			
									Utiliser des moyens de mise à niveau par exemple table élévatrice			
	5.Ergonomie	1 Mauvaises postures de travail lors de la manipulation des vannes	1 Fatigue, Douleurs des bras et lombaire, TMS	Technicien électromécanicien	1 Sensibilisation, formation de base en sécurité	3	2	6	Former les opérateurs sur les gestes et postures	2	2	4
					2 Porte EPI				L'ergonomie du siège doit adaptés au travail concerné.			
					3 Surveillance médicale							
	6.Travaux en hauteur	1 Chute de l'agent lors d'une intervention en hauteur	1 Fractures, Traumatismes, Plaies, Mort	Technicien électromécanicien Opérateurs maintenance	1 Porte EPI	4	3	12	Formation et information du personnel sur les travaux en hauteur	3	2	6
					2 Permis de travail				Etablir une procédure pour les travaux en hauteur.			
					3 Sensibilisation,				Équiper l'échelle			

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
					<ul style="list-style-type: none"> formation de base en sécurité 				<ul style="list-style-type: none"> d'accès au pont roulant par un échelle a crinoline. Veiller au port des EPI adaptés (harnais de sécurité) Réfléchir aux procédures d'évacuation et de secours d'urgence Utilisez des garde-corps 			
	7.Chute d'objet	1 Chute d'objets dans la zone d'intervention sur une turbine.	1 Blessures, Fractures, Plais	Technicien en froid	<ul style="list-style-type: none"> 1 Porte EPI 2 Sensibilisation, formation de base en sécurité 3 Permis de travail 4 Consignes de sécurité 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> Baliser la zone d'activité. Veiller au port effectif des EPI. Formation et information du personnel sur les travaux en hauteur Assurer la fixation correcte des objets 	2	2	4

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
	8.Pression	1 Intervention de l'opérateur sur une vanne sous pression lors l'arrêt ou démarrage de la turbine	1 Blessures graves Incendie	Opérateurs maintenance	1 Sensibilisation, formation de base en sécurité	4	2	8	Formation des opérateurs sur les risques liés aux pressions.	2	2	4
					2 Porte EPI				Etablir une procédure d'intervention sur les vannes sous pression.			
					3 Surveillance médicale				Affichage de la zone ATEX			
					4 Consignes de sécurité				Mise en place les détecteurs de gaz et flamme			
			ESD (Emergency shut down valve)									
	2 Projection d'huile sous pression sur l'agent suite aux travaux d'appoint d'huile.	1 Blessures grave	Opérateurs maintenance	1 Sensibilisation, formation de base en sécurité	3	2	6	Formation des opérateurs sur les risques liés aux pressions.	2	2	4	
				2 Porte EPI				Revoir la conforté des flexibles du système d'appoint d'huile.				
3 Consignes de				Rédiger le plan								

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
					. sécurité				d'inspection sous la responsabilité de l'exploitant. Etablir une procédure d'intervention sur les vannes sous pression.			
2 Entretien des équipements auxiliaires tels que compresseurs, pompes	1. Electricité	1 Contact direct (éléments sous tension) ou indirect (mise accidentelle sous tension) pendant les travaux de consignation/déconsignation	1 Brûlure . Electrification/ Électrocution Mort	Electriciens	1 Habilitation électrique	4	2	8	Formation des électriciens en risque électrique.	3	2	6
					2 Signalisation de danger électrique.				Limitation des interventions aux personnes			
					3 Porte EPI				Mise à jour des habilitations électriques.			
					4 Sensibilisation				Faire porter les EPI adaptés et en bon état.			
					5 Permis de travail				Mettre en place consignation d'appareil électrique (Lockout-tag out)			

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
					6 Consignation . électrique				Plan d'intervention en cas d'urgence			
	2.Pression	1 Intervention de l'opérateur sur une vanne sous pressions suite à un dysfonctionnement.	1 Blessures grave . Incendie	Opérateurs maintenance	1 Porte EPI	3	2	6	Formation des opérateurs sur les risques liés aux pressions.	2	2	4
2 Sensibilisation								Etablir une procédure d'intervention sur les vannes sous pression.				
3 Consignes de . sécurité								Conserver les produits loin des sorties. Installer des panneaux d'avertissement.				
								S'assurer que les extincteurs appropriés sont accessibles. Connaître au moins deux chemins de sortie en cas d'incendie.				
		2 Projection des . liquides inflammables sous pression sur	1 Blessures graves . Incendie Brûlures	Opérateurs XP	1 Porte EPI	4	2	8	Raccorder les purges au réseau de drainage des liquides.	3	2	6
					2 Sensibilisation			Elaborer une				

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
		l'agent suite aux travaux de purge (Séparateurs et Scrubber)			. 3 Consignes de sécurité			4	procédure des purges. Formation des opérateurs sur les risques liés aux pressions.			2
	3.Sol glissant	1 Glissade de l'opérateur suite à l'accumulation des produits huileux à proximité du compresseur.	1 Fractures Traumatismes Plaies Entorse	Opérateurs XP	1 Inspection et nettoyage de la plateforme. 2 Permis de travail 3 Sensibilisation	2	2	4	Etancher les fuites et raccorder les purges au réseau de drainage des liquides. Marquer clairement les endroits mouillés ou humides. Panneau de signalisation en cas un versement d'huile. La porte des équipements de protection individuel bien adapté au sol glissant (la sélection de chaussures appropriées)	2	1	2

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
	4.Encombr ement des pipes	1 Trébuchement sur les pipes lors de la tourné de l'opérateur.	1 Contusion, Entorse, Plais, Fracture	Opérateurs XP	1 Porte EPI 2 Sensibilisation	3	3	9	Installer des passerelles conforme avec main courante pour organiser la circulation des opérateurs. Réaliser une cartographie des pipes Mettre en place des panneaux de signalisations. Plan de circulation	2	2	4
	5.Inhalation et contact avec l'huile de lubrification	1 Contact avec l'huile de lubrification lors de l'appoint d'huile des compresseurs	1 Irritation de la voie respiratoire et la peau, Allergie	Mécaniciens	1 Porte EPI 2 Sensibilisation 3 Surveillance médicale annuelle	2	2	4	Formation des opérateurs sur les risques des produits chimique toxiques. Veiller au port effectif des EPI. La présence d'une équipe d'intervention Porte des masques respiratoires	2	2	4

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
	6.Travaux en hauteur	1 Chute de l'agent lors d'une intervention sur le compresseur (manque passerelles)	1 Fractures, Traumatismes, Plaies, Mort	Opérateur XP	1 Porte EPI 2 Sensibilisation 3 Permis de travail	4	3	12	Formation et information du personnel sur les travaux en hauteur Etablir une procédure pour les travaux en hauteur. Prévoir des moyens conforme pour les travaux en hauteur. Veiller au port des EPI adaptés (harnais de sécurité) Équiper l'échelle d'accès au pont roulant par un échelle a crinoline. Utilisez des garde-corps	2	2	4
3 Manipulation à au travail	1.Posture	1 Exposition	1 Troubles	Opérateurs	1 Surveillance	2	3	6	Prévoir des pauses	2	2	4

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
. distance Dans la salle de contrôle		. prolongée dans des positions assises lors d'exécution des tâches	. musculosquelettiques (TMS)	XP, Opérateurs Maintenance	. médicale annuelle			3	régulières			3
									Pratique du sport			
									Prévoir des sièges ergonomiques et réglables			
2.Ecran d'ordinateur	1 Exposition de longue durée aux rayonnements non ionisants.	1 Troubles visuels,		Opérateurs XP, Opérateurs Maintenance	1 Surveillance médicale annuelle	1	3	3	Sensibilisation aux bonnes pratiques d'utilisation des microordinateurs	1	2	2
									Garder une distance de 50 à 70 centimètres entre l'écran et l'utilisateur			
									Prévoir des pauses régulières			
3.Poussières	1 L'inhalation excessive de la poussière provoque des maladies pulmonaires.	1 Maladies respiratoires		Opérateurs XP Opérateurs MN Electriciens	1 Surveillance médicale annuelle	2	2	4	Faire une analyse de poussières et comparer avec le seuil admissible.	2	1	2
					2 Masques anti-poussières				Nettoyage périodique de la salle de contrôle.			

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
									Utilisation des filtres anti poussières			
4. Electricité	1 Contact direct (éléments sous tension) ou indirect (mise accidentelle sous tension) pendant les travaux de consignation/déconsignation	1 Brûlure · Electrification	Electriciens	1 Permis de travail	3	2	6	Elaborer une procédure d'intervention sur les disjoncteurs.	2	2	4	
				2 Sensibilisation				Formation des électriciens en risque électrique.				
				3 EPI				Limitation des interventions aux personnes habilitées.				
				4 Signalisation de danger électrique				Mise à jour des habilitations électriques.				
								Faire porter les EPI adaptés et en bon état.				
								Mettre en place consignation d'appareil électrique (Lockout - Tagout)				

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
	5.Dégradation de sol girflex	1 Trébuchement dû aux dégradations de Girflex.	1 Contusion · Entorse Plais Fracture	Opérateurs XP Opérateurs MN Electriciens	1 EPI	2	2	4	Prévoir la rénovation du girflex Panneaux de signalisation Eclairage suffisant	1	2	2
4 Intervenir pour le démarrage ou l'arrêt des turbines dans la salle de disjoncteurs	1.Incendie	1 Un flash électrique à cause d'un défaut d'isolement ou court-circuit peut provoquer un incendie d'origine électrique.	1 Incendie/ · Explosion Brûlure	Opérateurs XP Opérateurs MN Electriciens	1 EPI	4	2	8	Formation des électriciens en risque électrique.	3	2	6
					2 Sensibilisation				Limitation des interventions aux personnes habilitées.			
					3 Consignes de sécurité				Mise à jour des habilitations électriques.			
									Mise en place les détecteurs de gaz et flamme ESD (Emergency shut down)			
	2.Electricité	1 Contact direct (éléments sous tension) ou	1 Brûlure · Electrification/	Electriciens	1 EPI	4	2	8	Inspection spécifique sur les installations électriques	3	2	6

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
		indirect (mise accidentelle sous tension) pendant les travaux de consignation/ déconsignation	Électrocution Mort		2 Consignes de . sécurité			8	L'aération des installations électriques Limitation des interventions aux personnes habilitées. Elaborer une procédure d'intervention sur les disjoncteurs.			4
	3.Travaux en hauteur	1 Chute de l'agent . lors d'une intervention	1 Fractures, . Traumatismes, Plaies, Mort	Electriciens	1 EPI . 2 Sensibilisation .	4	2	8	Etablir une procédure pour les travaux en hauteur. Formation et information du personnel sur les travaux en hauteur Prévoir des moyens conforme pour les travaux en hauteur Plan d'intervention en cas d'urgence	2	2	4

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
5 L'intervention à la turbine selon des facteurs extérieures	1.Eclairage insuffisant.	1 Opérateurs travaillant dans un environnement mobilisant fortement sa vision suite à un éclairage inadapté durant la nuit. Ainsi, faible éclairage peut provoquer une baisse de concentration	1 Troubles visuels,	Opérateurs XP Opérateurs MN Electriciens	1 Surveillance médicale 2 Lampe torche 3 Sensibilisation	2	2	4	Equiper les centres sans éclairage par des moyens d'éclairage fixe (GE, poteaux ...). Interdire l'intervention en cas manque de l'éclairage	2	2	4
	2.Intempéries Canicule	1 Travail effectué dans de telles situations, sans abri, exposition aux conditions climatiques (froid, chaleur, vent	1 Gripes saisonnières Fatigue Déshydratation Brulure Angoisse	Opérateurs XP Personnel maintenance Agent HSE Opérateur EP	1 EPI 2 Examen médical périodique	2	2	4	Doter les opérateurs par des vêtements intempéries. Le suivi quotidien de la météo avant l'intervention	2	2	4

La tache	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Les contrôles actuelles	Criticité de risque (avant)			Recommandations	Criticité de risque (Après)		
						G	P	C		G	P	C
		desable), variation de températures de la saison d'été et d'hiver et pendant la journée et la nuit.										

IV.3.1 Synthèse sur l'évaluation quantitative des risques :

D'après l'intégration de notre questionnaire et notre évaluation quantitative des risques, on est sortie avec quatre tâches plus fréquentes sur les turbogénérateurs qu'ils sont :

- Révision de la turbine.
- Entretien des équipements auxiliaires tels que compresseurs, pompes.
- Manipulation à distance Dans la salle de contrôle.
- Intervenir pour le démarrage ou l'arrêt des turbines dans la salle de disjoncteurs.

Les résultats obtenus à partir de notre étude montre que pour chaque tâche il existe des différents risques qui menace la préservation de la santé et sécurité des personnes et des biens. Alors on a estimé la criticité des risques par rapport les contrôles actuelles appliqué par l'organisme, de ce fait ils sont classés sur trois zones, zone des risques acceptables, zones des risques ALARP, zone des risques inacceptables.

Des nouvelles actions de préventions/interventions bien définies ont été proposé afin de minimiser la criticité de risque le plus possibles.

Ces derniers se base sur trois principales recommandations

- La formation professionnelle et information sur les risques de chaque tâche.
- La mise en œuvre des équipements et les installations appropriés selon les normes.
- Veiller sur la mise en place des plans d'évacuations et d'interventions pour chaque tâche.

IV.3.2 Interprétations et résultats par logiciel PHA :

IV.3.2.1 Criticité de risque avant recommandations :

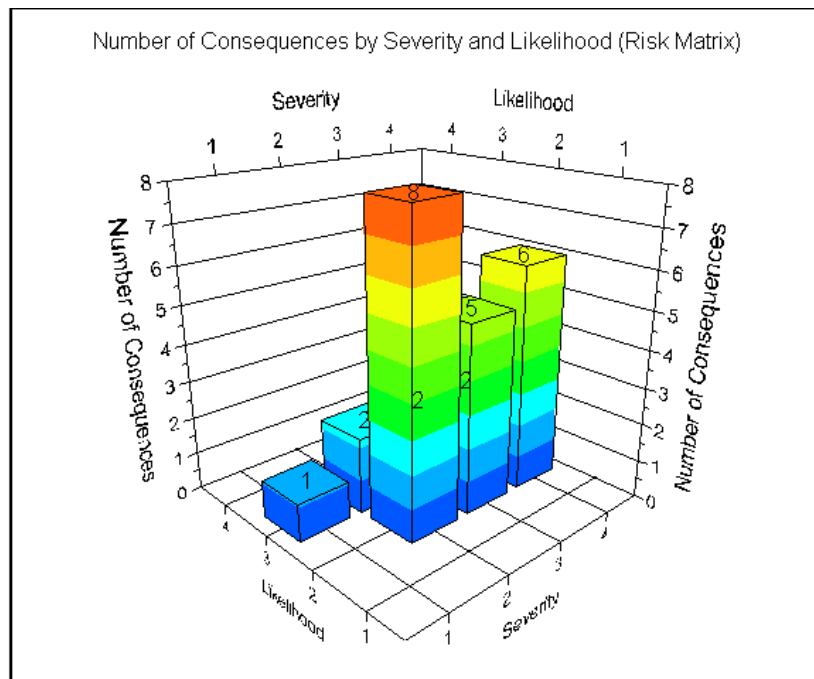


Figure 40 : Graphe nombre de conséquences en fonction de la gravité et de la probabilité ‘avant recommandations’

D’après les résultats du tableau QRA on a obtenu :

- Dix risques inacceptables
- Quinze risques dans la zone ALARP
- Un seul risque acceptable

IV.3.2.2 Criticité de risque après recommandations :

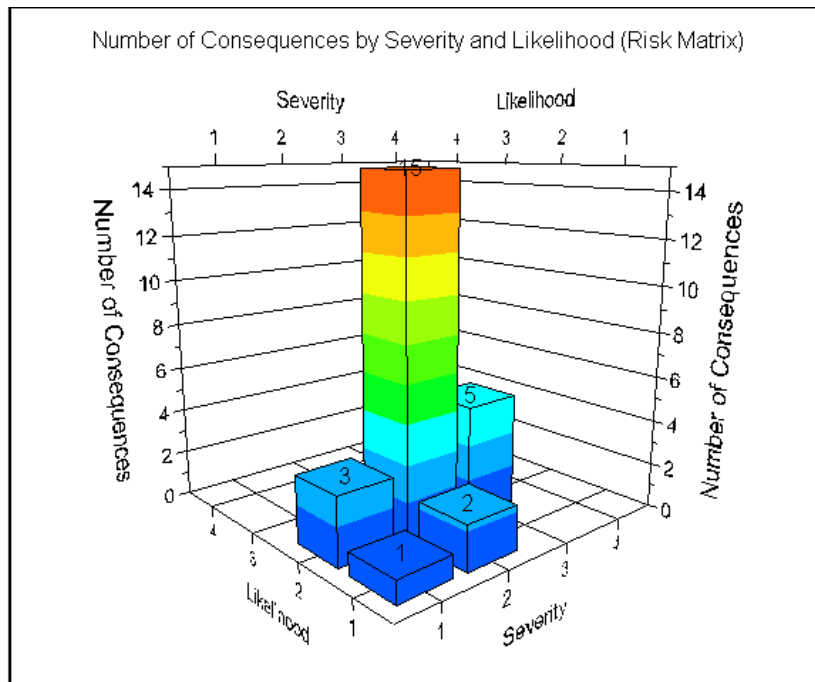


Figure 41 : Graphe nombre de conséquences en fonction de la gravité et de la probabilité ‘après recommandations’

D’après les résultats du tableau QRA et après la mise en place les recommandations on a obtenu :

- Vingt risques ALARP.
- Six risques acceptables.

IV.4 Les principales recommandations à retenir:

- Action 01** : Formation et information du personnel sur les travaux en hauteur, sur les gestes et postures, formation des électriciens.
- Action 02** : Mise à jour des habilitations électriques, consignation électrique et mécanique
- Action 03** : Plans d’évacuations et d’urgences.

➤ Arguments moraux, juridiques généraux et financiers :

La santé et la sécurité des travailleurs est l’une des priorités de chaque entreprise, lorsque ces derniers se sentent en sécurité sur leur lieu de travail, leur moral s’améliorera et accomplira le travail de la manière la plus satisfaisante.

Le but de ces actions est que tous les travailleurs finissent leurs tâches correctement Puis profité de la présence de leurs proches en toute sérénité après les heurs accomplis.

De plus, ces trois actions ont de bons impacts sur l’économie de l’organisation, cela signifie que lorsque cette dernière fournit d’autres actions sur la sécurité sur les lieux du travail, l’organisation économisera plus d’argent d’une façon général et mais aussi bien sur les coûts d’accidents par exemple :

- Dédommagement des travailleurs blessés comprenant les frais médicaux, les procédures d'urgence, l'arrêt de la production,
- Montant de l'équipement endommagé, cela signifie que l'organisation doit acheter de nouveaux matériaux, dépensé de l'argent pour l'obtenir le plus rapidement.
- Perte de réputation et de crédibilité

Le dernier argument et pour les exigences légale, l'organisation doit respecter les normes et lois.

IV.5 Revoir, communiquer et vérifier

La dernière étape c'est la vérification de notre évaluation des risques avec la direction si toutes les recommandations sont mises en par l'organisme et communiquer avec les employés si d'autres mesures nécessite et leurs avis la nouvelle amélioration dans notre nouveau système de sécurité.

IV.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a réalisé une évaluation des risques liés a la turbine à gaz MS 5001 basé sur l'approche 'QRA', donc on a divisé notre étude en deux parties essentielles, la première c'est élaboration d'un questionnaire pour les personnels de l'entreprise pour collecter des expériences réels et correctes sur les conditions de travail et les risques les plus fréquents dans notre site industriel.

Après, on a évalué vingt-six risques et on résulte trois classification, risque inacceptable, risque dans la zone ALARP, et risques acceptables.

Enfin on a proposé des recommandations pour diminuer la criticité de risque et préserver la santé des salariés.

Conclusion générale :

Au niveau industriel, le risque est omni présent et cause de nombreuses victimes (directes ou indirectes) ainsi que des pertes matérielles de plusieurs milliards de dinars, d'où ça met en joue la réputation de l'entreprise.

Durant ce projet fin d'étude qui représente l'évaluation des risques industriels par approche QRA dans les turbogénérateurs on a défini les termes reliés à l'évaluation des risques et les concepts associés.

Ainsi, on a déterminé les étapes de l'évaluation des risques et sur tout ceux très important pour l'identification des différentes sources des risques et dangers grâce à diverses outils et méthodes, pour notre cas on est parti sur l'approche QRA (évaluation quantitative des risques) comme une méthode performante d'analyse des risques et on a intégré un questionnaire pour la compléter par des résultats quantitatifs réels sur notre cas d'étude.

Dans le cas pratique, on a évalué les risques qui peuvent être présentées au niveau de la centrale électrique plus précisément turbine à gaz MS 5001, cette dernière contient plusieurs risques et situations dangereuses qui peuvent provoquer des accidents et des dommages.

Suite a notre étude des recommandations pertinentes ont été proposé afin d'assurer une sécurité optimale.

Bibliographie :

- [1] ISO, « Managment du risque ISO 31010 ». 2019.
- [2] M. Mohamed Habib, « Pour une Meilleure Approche du Management des Risques », Université de nancy, 2008.
- [3] O. Ait Ahmed, « Cours hygiène, sécurité et environnement ». 2018 2017.
- [4] A. Nouhed, « APPORT DE LA LOGIQUE FLOUE Á L'ANALYSE DE CRITICITÉ DES RISQUES INDUSTRIELS », Université El-Hadj Lakhdar - Batna, 2009.
- [5] DR. Lionel Sctrick, « La prévention des risques professionnels ».
- [6] « Journal Officiel de la République Algérienne. »
- [7] « Guide pour l'évaluation des risques professionnels ». SANTE AU TRAVAIL ET MEDECINE DU TRAVAIL.
- [8] « Évaluation des risques professionnels. Évaluation des risques professionnels - Démarches de prévention - INRS ». <https://www.inrs.fr/demarche/evaluation-risques-professionnels/ce-qu-il-faut-retenir.html> (consulté le sept. 20, 2021).
- [9] Bennedjai Nouh et Douahi Oussama abd elghafour, « Etude et analyse des risques industriels (Etude de cas) », UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA, 2019.
- [10] Feddaoui Youcef et Merabet Imed Eddine, « Analyse des risques (Etude de cas de l'entreprise ALFAPIPE ANNABA) », UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA, 2019.
- [11] « Analyse de risques type QRA – Quantitative Risk Assessment », *ODZ Consultants*. <https://www.odz-consultants.com/risques-industriels/qra/> (consulté le sept. 27, 2021).
- [12] C. canadien d'hygiène et de sécurité au travail Gouvernement du Canada, « Évaluation des risques : Réponses SST », juin 08, 2021. <https://www.cchst.ca/> (consulté le juin 09, 2021).
- [13] NEBOSH, « Unit IG2: Risk assessment ». oct. 2018.
- [14] Bouzeria Nawel, « Identification et évaluation des risques de l'activité de la manutention au sein de l'entreprise portuaire de Bejaïa(EPB) », Université Abderrahmanemira Bejaia, 2012.
- [15] INRS, « Les systemes managements de la santé et de la securité au travail ». 2009. [En ligne]. Disponible sur: www.inrs.com
- [16] B. Jocelyne, « L'ISO 45001, un nouveau système de management de la santé et de la sécurité au travail », Faculté de Pharmacie , Marseille, 2019.
- [17] ISO, « Normes de systemes de managements ».

- [18] « Qu'est-ce que la méthode PDCA ou Roue de Deming ? », *Prium Transition*, avr. 25, 2021. <https://prium-transition.com/methode-pdca-roue-de-deming/> (consulté le sept. 18, 2021).
- [19] M. N.-I. M. | <http://www.it4business.ma>, « Exigences de la Norme ISO 45001 », *Cabinet International NPM/ FORMATION/ ETUDE/ CONSEIL*, nov. 19, 2018. <https://cabinetnpm.com/exigences-de-la-norme-iso-45001/> (consulté le sept. 18, 2021).
- [20] « La démarche de mise en place d'un système de santé et sécurité – AfrikPrevent ». <https://afrikprevent.com/la-demarche-de-mise-en-place-dun-systeme-de-sante-et-securite/> (consulté le sept. 19, 2021).
- [21] ADA BOUDJEMA et HAMEL HAMIDA, « ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE D'UN RENOUVELEMENT DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION d'une TURBINE à gaz MS5002C », UNIVERSITE DE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU, 2015.
- [22] E. Universalis ,« TURBINES À GAZ » ,*Encyclopædia Universalis*. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/turbines-a-gaz/> (consulté le sept. 11, 2021).
- [23] « 🔍 Turbine à gaz : définition et explications », *Techno-Science.net*. <https://www.techno-science.net/definition/262.html> (consulté le sept. 30, 2021).
- [24] INRS, « Evaluation des risques professionnels ».
- [25] Hammadi kawter, « Conception système mecatronique d'un système de controle et de commande de la turbine a gaz MS 5001 », Université Badji Mokhtar, Annaba, 2014.
- [26] MERDAS Oualid et GUEMOURI Aghiles, « Contribution à la surveillance de la turbine à gaz MS 5002b par réseaux de neurones artificiels », UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES, 2016.
- [27] CHACHI Djamal Eddine, « La Centrale Electrique TFT », TFT Sonatrach, 2017 2015.
- [28] Kilali Abed, « Rapport fin de formation centrale electrique TFT », 2017.
- [29] BELGACEM Lyes et BELMILOU Yamina, « Commande d'une turbine à gaz par le système de commande SPEEDTRONIC Mark VI », Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2010.
- [30] Sonatrach, « Référentiel Evaluation des risques professionnels de SONATRACH ». 2019.
- [31] M. Boulainine et A. Silini, « Turbine à gaz ». mars 2007.

Annexes

Annexe 01 : Questionnaire :

Définition :

Un questionnaire est une technique de collecte de données quantifiables qui se présente sous la forme d'une série de questions posées dans un ordre bien précis.

Le questionnaire est un outil régulièrement utilisé en sciences sociales (sociologie, psychologie, marketing). Il permet aussi de recueillir un grand nombre de témoignages ou d'avis.

Les informations obtenues peuvent être analysées à travers un tableau statistique ou un graphique

Les caractéristiques d'un questionnaire :

À l'inverse du sondage, qui ne comporte qu'une seule question, le questionnaire en compte plusieurs.

Alors que l'entretien et l'observation sont des méthodes qui permettent de recueillir des données individuelles ou collectives, le questionnaire est exclusivement collectif. Les résultats ne sont exploitables que si un grand nombre de personnes a été interrogé (la taille minimum de l'échantillon dépend de la population étudiée).

Les réponses des différentes personnes questionnées servent à confirmer ou infirmer des hypothèses émises avant le début de l'étude.

Les questions :

Les questions posées dans un questionnaire peuvent être fermées ou ouvertes. Les questions fermées n'invitent pas la personne interrogée à s'épancher sur sa réponse.

Il existe deux types de questions fermées pour mener un questionnaire dans une étude quantitative :

- Les questions oui/non.
- Les questions en QCM.

Les avantages d'un questionnaire :

- Recueillir l'avis d'un grand nombre de personnes rapidement.
- Réaliser des études statistiques.
- Étudier plusieurs aspects d'un problème.
- Plus simple et plus rapide à mener qu'un entretien ou une observation.
- Les personnes interrogées peuvent répondre quand ils le veulent.
- Inutile pour l'enquêteur de se déplacer, de préparer du matériel : moins de stress.
- Peu coûteux.

Annexe 02 : Microsoft Excel :

Définition :

Excel est un logiciel de la suite bureautique Office de Microsoft et permet la création de tableaux, de calculs automatisés, de plannings, de graphiques et de bases de données. On appelle ce genre de logiciel un "tableur".

Avantages :

Excel permet de créer facilement des tableaux de toutes sortes, et d'y intégrer des calculs. Les valeurs du tableau se mettront donc à jour automatiquement en fonction de vos saisies et calculs. Les comptables l'utilisent beaucoup. Vous pouvez également vous en servir pour calculer un budget, faire un devis...

Excel permet également de générer de jolis graphiques (à bâtons, en camembert...) pour mieux visualiser les valeurs et les interpréter. C'est un puissant outil de visualisation mathématique.

Graphiques sur Excel :

Excel permet de dessiner automatiquement des graphiques de visualisation des données chiffrées. Il est possible de créer un graphique qui se met à jour automatiquement quand on modifie la taille de son tableau de référence.

Les étapes de l'utilisation logiciel Excel sur notre étude :

Créer une base de données Excel :

- Remplir les questions dans la ligne 01
- Remplir les réponses des travailleurs dans les lignes 02 – 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	ID	Votre division	Votre âge	Est-ce que vous êtes	Les mesures	Le niveau d'é	Existe-il des	Est-ce que vo	Est-ce que	Quelles sont les manutentions existe-il d	Vous êtes	Les appareils L	
2	Rp 1	HSE	plus 35 ans	non	oui	oui	oui	oui	non	sans réponse	oui	oui	r
3	Rp 2	HSE	plus 35 ans	oui	oui	non	oui	oui	oui	manutentions répétées et rapide	non	non	r
4	Rp 3	HSE	plus 35 ans	oui	oui	non	non	non	oui	manutentions répétées et rapide	non	oui	r
5	Rp 4	HSE	moins 35 ans	non	non	oui	non	oui	oui	manutentions répétées et rapide	non	oui	c
6	Rp 5	HSE	moins 35 ans	non	oui	non	oui	oui	oui	manutentions répétées et rapide	oui	non	r
7	Rp 6	HSE	moins 35 ans	non	oui	oui	oui	oui	non	manutentions de poids élevé	oui	oui	c
8	Rp 7	HSE	moins 35 ans	non	oui	oui	oui	oui	non	manutentions dans un environnement p	oui	oui	c
9	Rp 8	HSE	moins 35 ans	non	non	non	non	non	non	manutentions dans un environnement p	non	oui	r
10	Rp 9	maintenance	plus 35 ans	oui	oui	non	oui	oui	oui	manutentions dans un environnement p	oui	oui	c
11	Rp 10	engineering proc	plus 35 ans	oui	oui	non	non	oui	oui	manutentions dans un environnement p	oui	oui	r
12	Rp 11	maintenance	plus 35 ans	non	oui	oui	oui	sans répons	non	manutentions de poids élevé	oui	oui	c
13	Rp 12	maintenance	plus 35 ans	non	oui	sasn réponse	oui	non	oui	manutentions de poids élevé	non	oui	c
14	Rp 13	maintenance	moins 35 ans	non	non	oui	oui	oui	non	manutentions répétées et rapide	oui	non	r
15	Rp 14	maintenance	moins 35 ans	non	oui	oui	oui	non	non	manutentions répétées et rapide	oui	oui	r
16	Rp 15	maintenance	plus 35 ans	oui	oui	non	oui	non	oui	manutentions dans un environnement p	oui	oui	s
17	Rp 16	exploitation	moins 35 ans	oui	oui	non	non	non	non	manutentions répétées et rapide	non	oui	c
18	Rp 17	exploitation	plus 35 ans	oui	non	non	oui	non	pas de répc	manutentions dans un environnement p	non	non	c
19	Rp 18	exploitation	plus 35 ans	oui	oui	sasn réponse	oui	oui	non	manutentions répétées et rapide	non	non	r
20													
21													

Dessiner les graphes de chaque question :

- Choisi la fonction tableau croisé pour une question par rapport l'âge ou la division
- Choisi la question
- Choisi le type de graphe

The screenshot shows the Excel interface with a PivotTable and a PivotChart. The PivotTable is titled 'Nombre de ID' and has columns for 'engineering production', 'exploitation', 'HSE', 'maintenance', and 'Total général'. The PivotChart is a grouped bar chart showing the percentage distribution of 'non' and 'oui' responses for each division. Annotations highlight 'Choix de graphe' (Choice of chart) and 'Choix de tableau croisé' (Choice of pivot table).

Étiquettes de lignes	engineering production	exploitation	HSE	maintenance	Total général
non	0,00%	0,00%	75,00%	66,67%	55,56%
oui	100,00%	100,00%	25,00%	33,33%	44,44%
Total général	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Division	non	oui
engineering production	0,00%	100,00%
exploitation	0,00%	100,00%
HSE	75,00%	25,00%
maintenance	66,67%	33,33%

Annexe 03 : Logiciel PHA-Pro 8

Présentation :

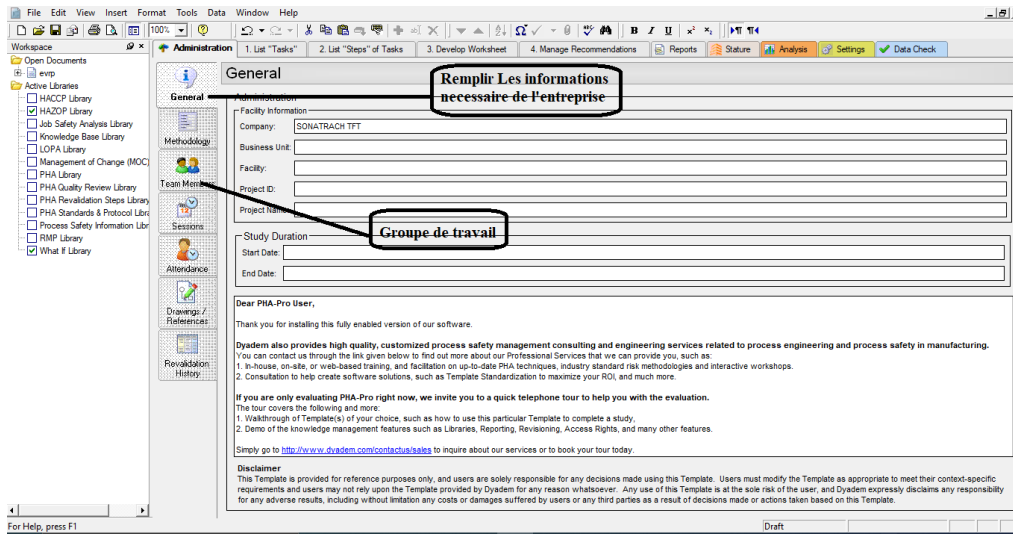
PHA-Pro®, l'outil logiciel le plus complet et le plus innovant pour effectuer une analyse des risques de processus. Il fournit des conseils d'experts pour étudier une gamme complète de produits afin d'aider les entreprises à identifier les problèmes potentiels afin de les éliminer, ou du moins de réduire leur probabilité de se produire et de minimiser leurs effets nocifs.

Les Avantages :

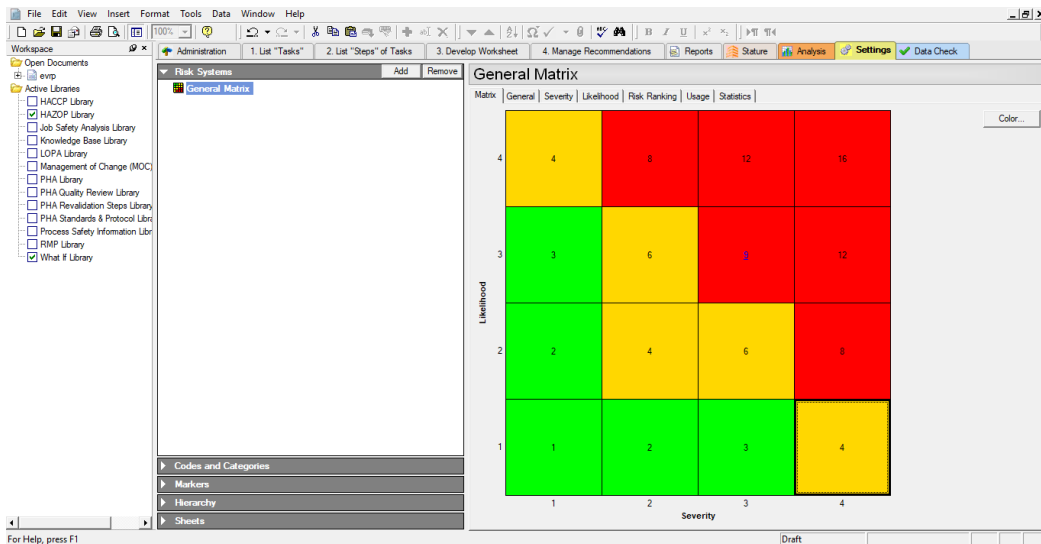
- Activer le classement automatique et visuel des risques ;
- Assurer la cohérence à travers les scénarios et les revues ;
- Créer un pont entre HAZOP/SIL, HAZOP/LOPA, HAZOP-SIL/Alarm Management pour permettre un pré-remplissage automatique avant chaque examen.

Les étapes d'utilisation logiciel PHA :

Entré les informations de l'entreprise et le groupe de travail :



Choix de la matrice :



Remplir les données :

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

115%

Workspace Administration 1. List "Tasks" 2. List "Steps" of Tasks 3. Develop Worksheet 4. Manage Recommendations Reports Status Analysis Settings Data Check

Open Documents

Active Libraries

- HAZOP Library
- HAZOP Library
- Job Safety Analysis Library
- Knowledge Base Library
- LOPA Library
- Management of Change (MOC)
- PHA Library
- PHA Quality Review Library
- PHA Revalidation Steps Library
- PHA Standards & Protocol Libr
- Process Safety Information Libr
- RMP Library
- What If Library

Study Report

La tâche	Danger	Risque	Conséquences	Population exposé	Current Controls	Risk Before Reduction		
						S	L	RR
1. Révision de la turbine	1. Bruit	1. Les turbines à gaz génèrent un bruit intense.	1. Fatigue physique et mentale, Troubles neuropsychiques, Surdité	Opérateurs maintenance	1. Porte EPI 2. Sensibilisation, formation de base en sécurité 3. Surveillance médicale	3	3	9
	2. Inhalation gaz/vapeurs inflammables	1. Inhalation des vapeurs d'hydrocarbures émanant des fuites (joint de bride, vanne, perçement)	1. Troubles respiratoires Irritation des voix respiratoires	Opérateurs MN Mécanicien	1. Sensibilisation, formation de base en sécurité 2. Surveillance médicale	4	3	12
3. Contact avec l'huile de graissage	1. Contact avec l'huile (fuites) lors le nettoyage des parties auxiliaires des turbines	1. Contact avec l'huile (fuites) lors le nettoyage des parties auxiliaires des turbines	1. Irritation de la peau allergie	Technicien électromécanicien	1. Sensibilisation, formation de base en sécurité 2. Surveillance médicale 3. Permis de travail	3	3	9
4. Effort physique	1. Exercer des efforts intenses lors de la manipulation des vannes (vannes coniques)	1. Exercer des efforts intenses lors de la manipulation des vannes (vannes coniques)	1. Fatigue, douleurs des bras et lombaire, TMS	Technicien personnel de maintenance	1. Graissage de vanne 2. Sensibilisation, formation de base en sécurité 3. Porte EPI	3	3	9
5. Ergonomie	1. Mauvaise postures de travail lors de manipulation des vannes	1. Mauvaise postures de travail lors de manipulation des vannes	1. Fatigue, Douleurs des bras et lombaire, TMS	Technicien électromécanicien	1. Sensibilisation, formation de base en sécurité 2. Porte EPI 3. Surveillance médicale	2	3	6
6. Travaux en hauteur	1. Chute de l'agent lors d'une intervention pour le changement des lampes grillées.	1. Fractures, Traumatismes, Plaies, mort	1. Fractures, Traumatismes, Plaies, mort	Technicien électromécanicien Opérateurs maintenance	1. Sensibilisation, formation de base en sécurité 2. Permis de travail 3. Sensibilisation, formation de base en sécurité	4	3	12
								12

Saisie de données

Evaluation de la gravité et de la probabilité

For Help, press F1

Draft

