République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université du Dr Yahya Farés/Médéa



Département de génie des procédés et de l'environnement

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de master
Domaine : Sciences et technologies
Filière : hygiène et sécurité industrielle

Thème :

Prévention et protection contre les risques dans les industries de construction et fabrication mécanique

Préparé par :

- Chorfi Belhadj Rafik
- Ould Zemirli Ismail

Déposé le : 21-06-2022

Encadré par :

- Mme Ferhat Samira

Co-encadreur :

- Mrs Blaha Mustapha

Année universitaire : 2021 /2022

Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères amis et mon bras droit A.M.R pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères, Anis, Nassim et Imad pour leur appui et leur encouragement, A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fuit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Rafik…

Dédicace

Je dédie cet ouvrage :

A mes parents qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frères, mes grandes mères, et Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime.

Ismail...

Remerciements

Nous remercie en premier lieu DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Nous voulons dans un premier temps remercier, toute l'équipe pédagogique de l'université Yahia Fares de Médéa et les intervenants professionnels responsables de notre formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Nous tenons à exprimer également toute notre reconnaissance à nos encadreurs Mme Ferhat S et Mr. Blaha M, nous les remercions de nous avoir encadré, orienter, aider et conseiller.

Nous adressons nos sincères remerciements à nos parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

A tous nos proches, nous présentons nos remerciements, notre respect et notre gratitude.

Aussi l'ingénieur HSE Tarek Aroui qui nous a encadrés pendant la période de stage chez la centrale SKB et toute l'administration du DRH.

نبذة مختصرة

سلامة الآلات هي قدرة الآلة في ظل ظروف الاستخدام العادية على أداء وظيفتها ونقلها وتركيبها وضبطها وصيانتها وتفكيكها والتخلص منها دون التسبب في إصابة أو تلف صحة مستخدمها. في مجال الوقاية من حوادث العمل المتعلقة باستخدام آلة. من الضروري اعتماد استراتيجية (عملية) للحد من المخاطر التي تهدف إلى التعرف على الظواهر الخطرة وتقييمها والسيطرة عليها باستخدام الوقاية والحماية. تدابير بحيث لا تسبب أي ضرر وبشكل أكثر تحديدًا في مرحلة التصميم الأولى للآلات (مبدأ تقليل المخاطر عند المصدر).
في الواقع، هذه الأولوية الممنوحة في مرحلة التصميم تجعل من الممكن تحسين الجهود فيما يتعلق بالصحة والسلامة في الإدارة في سياق تحسين هذه الجهود، تم دمج عملنا، والذي يتعلق بشكل أساسي بإدارة مخاطر الماكينة من خلال العمل .إعطاء الأولوية للظواهر الخطرة.
تضمن دراسة المخاطر والمخاطر الميكانيكية باستخدام الآلات بيئة عمل آمنة ومأمونة وفي نفس الوقت تضمن سلامة الماكينة نفسها.

الكلمات المفتاحية :

سلامة الالة . سلامة العمال. محيط العمل. وقاية. أمن . خطر. الحماية. المخاطر الميكانيكية. مخاطر الالة.

Abstract

Machinery safety is the ability of a machine, under normal conditions of use, to perform its function, to be transported, to be installed, to be tuned, to be maintained, to be dismantled, to be discarded, without causing injury or damage to the health of its user. In the field of the prevention of accidents at work related to the use of a machine, it is necessary to adopt a strategy (process) of risk reduction which aims to recognize the dangerous phenomena, to evaluate them and to control them using prevention and protection measures so that they do not cause any damage, and more particularly, in the design phase1 of the machines (principle of reducing the risk at source). Indeed, this priority granted in the design phase makes it possible to optimize efforts in terms of health and safety at work “HSW” management. It is in this context of optimizing these efforts that our work is integrated, which essentially concerns the management of machine risks by prioritizing dangerous phenomena.

The study of mechanical hazards and risks using machines guarantees a safe and secure working environment and at the same time guarantees the safety of the machine itself.

Key words

Machine safety, worker safety, work environment, protection, security, Risk, protection, mechanical hazards, Machine risks.

Résumé

La sécurité des machines est la capacité d'une machine, dans des conditions normales d'utilisation, à remplir sa fonction, à être transportée, installée, mise au point, entretenue, démontée, mise au rebut, sans blesser ni endommager la santé de son utilisateur. Dans le domaine de la prévention des accidents du travail liés à l'utilisation d'une machine, il est nécessaire d'adopter une stratégie (processus) de réduction des risques qui vise à reconnaître les phénomènes dangereux, à les évaluer et à les maîtriser par la prévention et la protection. des mesures pour qu'elles ne causent pas de dommages, et plus particulièrement, dans la phase de conception1 des machines (principe de réduction du risque à la source). En effet, cette priorité accordée en phase de conception permet d'optimiser les efforts en matière de gestion de la santé et de la sécurité au travail « SST ». C'est dans ce contexte d'optimisation de ces efforts que s'inscrivent nos travaux qui concernent essentiellement la gestion des risques machines en priorisant les phénomènes dangereux.

L'étude des risques mécaniques et des risques liés à l'utilisation de machines garantit un environnement de travail sûr et sécurisé et garantit en même temps la sécurité de la machine elle-même.

Mots clés :

Sécurité machine, sécurité des travailleurs, environnement de travail, protection, sécurité, Risque, protection, risques mécaniques, Risques machine.

Liste d’abréviation

Abréviation	Définition du mot
AT	Accident du travail
BIT	Bureau International du Travail
CE	Commission européenne
CHSCT	Comité hygiène sécurité travail délignés du personnel
CNAS	Caisse nationale des assurances sociales des travailleurs salaries
CSST	Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail
CEE	Communauté économique européenne
CEN	Comité Européen de Normalisation
EPI	Equipement de protection individuelle
EESS	Exigence essentielles de santé et securié
GRTG	société Algérienne de gestion du réseau de transport du gaz
GRTE	société Algérienne de gestion de réseau de transport de l’électricité
HP/BP	Haute pression/basse pression
HCO	Hydraulic clearance optimization
ISO	Organisation international de la normalisalition
INRS	Institut national de la recherche et de sécurité
MP	Maladie professionnelle
O&M	Opérations and maintenance
PDG	Président directeur général
PPE	Personnel protective équipement
RETEX	Retour d’expérience
SPA	Société par action
SST	Les services de santé au travail
S&ST	Sécurité et santé au travail
SKB	Shariket kahraba Berouaghia
UE	Union européenne

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	la hiérarchie des contrôles de sécurité	6
Figure02	la pyramide de Bird	10
Figure03	La démarche d'analyse des risques machines	12
Figure04	Classification des accidents dus aux machines en 2004 selon la branched'activité	13
Figure05	Représentation schématique générale d'une machine	19
Figure06	Exemples illustrant différents phénomènes dangereux d'origine mécanique	21
Figure07	Processus itératif de la gestion des risques machines selon	24
Figure08	Eléments du risque selon	26
Figure09	Logigramme de risque d'après	26
Figure10	Exemples de protecteurs fixes constitués de grillage et de cornières, empêchant l'accès au mécanisme de transmission et munis de fixations imperdables	29
Figure11	Tapis ou planché sensible	28
Figure12	Turbine a gaz	48
Figure13	Schéma simplifié de fonctionnement de TG	49
Figure14	Schéma descriptif d'un groupe de turbine a gaz	50
Figure15	Compresseur	51
Figure16	Chambre de combustion	52
Figure17	Vue extérieur de la turbine	53
Figure18	Les quatres étages de la turbine	53
Figure19	alternateur	54
Figure20	Poste de distribution du gaz principal	55
Figure21	Station final de fuel	56
Figure22	Stockage de fuel	56

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau1	**Principaux risques liés au risque machine**	22
Tableau2	Présentation de quelques lois et décret relatifs a la sécurité	35
Tableau3	Représentation du système normatif en sécurité des machines	37
Tableau4	Tableau d'effectif SKB	44
Tableau5	Tableau critique des éléments protégés SKB	58
Tableau6	Tableau exemplaire des EPI	61
Tableau7	Tableau exemplaire des plaques signalétiques	64

Sommaire

Dédicace
Remercîment
Abstract
Lite des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction général

Chapitre 01

-Introduction.....5
1-Définitions et notion de la base.....5
2-La hiérarchie des contrôles de sécurité.....7
2-1-Elimination.....7
2-2-Substitution 7
2-3 Contrôles d'ingénierie.....7
2-4-Contrôles administratifs.....7
2-5-Equipement de protection individuelle (EPI).....8
3-Les neuf principes de la prévention.....8
4-Les trois valeurs essentielles de prévention s'ajoutent aux 9 principes de prévention.....8
5-Les bénéfices de la prévention.....9
-Huit(8) Bonnes pratique à adapter pour prévenir les risques professionnels 9
6-La pyramide de Bird.....10
7-Risques machines et accidents de travail.....12
7-1-Lien causal entre risques machines et accidents de travail.....13
7-2 Analyse statistiques des accidents de travail liés aux machines.....14
8-Principaux facteurs de risques d'accidents.....14
-Conclusion.....15

Chapitre 2

-Introduction.....17
1-Définitions des termes utilisés.....17
2-Description d'une machine.....18

2-1 Définitions.....18
2-2-Système de commande/ partie opérative.....19
3-Les risques liés aux machines.....20
3-1Risque mécanique.....20
3-2-Autres risques.....22
3-3-Principaux facteurs de risques d'accidents.....22
4-La gestion des risques machines.....23
4-1-Appréciation des risques machines.....23
4-1-1-Analyse des risques machines.....23
4-1-2-Evaluation des risques machines.....27
4-1-3-Réduction des risques machines.....28
4-2-Remarques concernant les étapes de la gestion des risques machines.....30
5-Dommages.....30
5-1-Dommages sur la personne.....30
5-1-1-Accidents du travail.....31
5-1-2-Autres risques.....31
5-2-Dommages sur l'environnement.....32
5-3-Conséquences socio-économiques.....32
6-Sécurité des Machines.....32
7-Aspectes réglementaire et normatif de la sécurité des machines.....32
7-1-La réglementation européenne.....33
7-2-La réglementation algérienne.....34
7-3-Synthèse sur la réglementation algérienne et européenne.....36
7-4-La normalisation en sécurité des machines.....36
-Conclusion.....37

Chapitre 03

-Introduction.....41
-Historique 41
1-Description de l'entreprise SKB.....42
-Activité de l'entreprise.....43
-Emplacement du site.....43
-Unités de la centrale.....43
-Constitution de la centrale SKB.....43

-Effectif sur site.....44
-Systèmes de commandes de la centrale.....45
2-Principe de fonctionnement de la centrale.....45
2-1Partie thermique.....45
2-2-Partie électrique.....45
2-3-Partie commande.....46
3-Turbine à gaz.....46
-introduction.....46
-Historique de la turbine à gaz.....46
3-1-Présentation de la TG.....46
3-2-Turbine bi-arbre.....48
4-Principe de fonctionnement de la turbine à gaz.....49
4-1-Caractéristiques de fonctionnement de la turbine à gaz V94.3 de Berrouaghia.....50
4-2-Constitution de la turbine à gaz.....50
-Partie mécanique.....50
-Compresseur.....50
-Chambre de combustion.....51
5-La turbine.....52
5-1-Partie électrique.....53
5-2-Les Caractéristiques Principales.....54
5-3-Système gaz naturel 55
5-4-Système fuel 55
5-5-Stockage du combustible de secours 56
6-Volet Sécurité Industrielle.....56
6-1-Système de Protection Anti-incendie.....56
6-2-Moyens de protection.....57
6-3-Systèmes anti-incendie des enceintes des turbines à gaz.....58
6-4-Système de détection Feux et Gaz (FGS).....58
6-5-Pour le personnel 59
-Conclusion.....60

Chapitre04

Introduction.....67
1-Définitions.....67

2-Stratégie pour le choix de mesures de prévention 68
2-1 Démarche d'appréciation du risque.....68
2-2-Démarche de réduction du risque 69
3-Identification des phénomènes dangereux d'origine mécanique 72
4-Mesures de prévention intrinsèque.....73
4-1-Éloignement des phénomènes dangereux.....73
4-2-Atteinte par les membres supérieurs vers le haut (nf En ISO 13857).....73
4-3-Atteinte par le dessous.....74
4-4-Écartements minimaux pour éviter le risque d'écrasement.....74
4-4-1-Dispositions générales.....74
4-4-2-Zones de convergence.....75
4-4-2-1-Paire de cylindres sans contact.....75
4-4-2-2-Cylindre et autres parties.....75
4-4-3-Limitation des efforts et de l'énergie.....76
5-Choix d'un moyen de protection.....76
5-1-Généralités.....76
5-2-Choix d'un moyen de protection vis-à-vis des éléments mobiles de transmission.....77
5-3-Choix d'un moyen de protection vis-à-vis des éléments mobiles concourant au travail...77
6-Protecteurs.....78
6-1-Généralités.....78
6-2-Distance de sécurité.....79
6-2-1-Atteinte par le dessus.....79
6-2-2Atteinte au travers d'ouvertures.....80
6-3-Protecteur fixe..... 80
6-4-Protecteur mobile.....81
6-5-Protecteur réglable sans outil.....82
6-6-Protecteur commandant la mise en marche.....82
7-Dispositifs de protection..... 83
7-1-Généralités.....83
7-2-Dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage.....83
7-2-1-Dispositifs de verrouillage.....84
7-2-2-Dispositifs d'inter verrouillage.....84
7-3-Interrupteurs de position.....84
7-3-1-Manœuvre positive d'ouverture.....85

7-3-2-Commande positive 85
7-4-Interrupteurs de position à commande mécanique 85
7-5-Interrupteurs à clés 85
7-6-Interrupteurs rotatifs 86
7-7-Interrupteurs de position à commande non mécanique (magnétiques, inductifs).....86
8-Dispositifs de blocage des protecteurs 87
8-1-Verrous électromagnétiques 87
8-2-Verrou avec dispositif temporisateur 88
8-3-Systèmes à transfert de clé 88
8-4-Ouverture du protecteur 88
8-5-Fermeture du protecteur 88
9-Mesures de prévention compensatoires 89
9-1-Production.....89
9-2-Hors production 90
10-Mesures complémentaires 91
-Arrêt d'urgence 91
-Conclusion.....92
-Conclusion général.....93
Références

INTRODUCTION GENERALE

Introduction général :

Le travail fait l'essence de l'homme, il occupe une place essentielle dans l'organisation des

Sociétés et dans la vie des être humaine. Il est une source d'insertion sociale, de

Développement personnel, le travail donc devient constitutif de bien social, et source d'épanouissement.

Pour pouvoir vivre dans la distinction, la plupart des hommes et des femmes exercent des

Activités qui tous présentent à des dégrées divers, des risques, des accidents et des maladies

Sont nombreux et variée selon la nature de l'activité professionnelle.

Afin d'éliminer les risques et les dangers et de préserver la santé physique et mental des Travailleurs, il faut avoir une amélioration des conditions de travail, et adapté une démarche de la cellule d'hygiène et de sécurité pou prévenir contre les risques professionnels liés aux machines. (Risque mécanique)

Le risque mécanique est le plus élevé au contact des machines.

Risque de blessure dû à l'action mécanique d'éléments de la machine, d'outils, de pièces ou de matériaux solides ou de jets de fluides. Les opérateurs peuvent être victimes d'écrasement, de cisaillement, de coupure, de pincement, d'entraînement, d'enfermement, de décharges électriques, de chutes... Les conséquences d'un accident sont souvent graves pour la victime : écrasement des doigts ou des membres, amputation, mort.

Les risques mécaniques sont indissociables de l'utilisation des équipements de travail. Le risque d'accidents du travail doit être pris en compte dès la conception à travers un ensemble de mesures préventives : élimination des phénomènes dangereux, mise en place de protecteurs et dispositifs de protection, etc. Les concepteurs doivent tenir compte non seulement des conditions normales d'utilisation (installation, production, maintenance, réglage, etc.), mais également des conditions anormales prévisibles.

Ce risque concerne notamment les éléments mobiles de transmission (chaînes, courroies, engrenages), les éléments mobiles d'aide au travail (mandrins et leurs outils), la mobilité des engins (engins de terrassement), le levage de charges (grues)…

Chaque année, de nombreux travailleurs subissent des accidents, certains graves, voire mortels, ou contractent des maladies professionnelles parce qu'ils sont exposés à des risques multiples induits par les machines qu'ils opèrent et l'environnement de travail dans lequel ils évoluent. En matière de prévention, des actions peuvent être engagées à la source, sur

l'environnement du travailleur, sur le travailleur lui-même ou sur la mise en place d'une protection collective pour éliminer les dangers ou encore par l'intermédiaire d'équipements de protection individuelle pour le travailleur lorsque l'élimination ou la réduction à la source des risques ne peut être mise en place.

La prévention comprend toutes les mesures visant à prévenir un risque, c'est-à-dire empêcher le risque de se produire entièrement ou, s'il échoue, éviter ses conséquences ou réduire son impact ou sa fréquence.

La prévention des risques professionnels comprend des actions collectives ou individuelles visant à prévenir la survenance ou à réduire l'impact des dangers liés au travail effectué ou à son environnement.

Les accidents ou les maladies professionnelles sont toujours causés par des causes liées à des facteurs de risques techniques, humains ou organisationnels ou par l'influence conjuguée de ces facteurs souvent multiples et interdépendants.

Dès lors, une prévention efficace des risques professionnels doit prendre en compte le facteur humain et ne pas se limiter à l'analyse de la prévention technique et organisationnelle et à la mise en œuvre des mesures qui en découlent.

La protection regroupe l'ensemble des mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un phénomène dangereux, sans en modifier la probabilité d'occurrence

Nous avons choisi ce thème (Prévention et protection contre les risques Dans les industries de construction et Fabrications mécaniques), parce que les risques liés aux machines représentent un risque majeur par la santé des hommes et l'environnement. Il est nécessaire d'identifier les risques et de trouver les parades pour les éviter.

Problématique :

La problématique : Les risques mécaniques sont très fréquents en logistique, et peuvent provoquer des accidents du travail de grande gravité. Il est important d'adopter une politique efficace pour mieux les prévenir au quotidien.

Comment peut prévenir et protéger les employeurs contre les accidents liés aux machines ?

Comment peut intervenir en cas d'accidents ?

Plan d'organisations de mémoire :

Pour atteindre cet objectif, notre mémoire, développé en quatre chapitres, s'organise de la façon suivante :

- Le premier chapitre, intitulé "introduction à l'hygiène et la sécurité " débute par une présentation de quelques concepts et définitions fondamentaux liés au système machine. Ces rappels sont suivis par une hiérarchie des contrôles de sécurité. Nous abordons, ensuite, la pyramide de Bird et ses principes. Enfin, nous examinons en détail les risques machines et accidents de travail.

- Dans le deuxième chapitre on parle de l'Etude des risques et la sécurité des machines. dans un premier temps, nous avons déterminé les principales notions suivies par une présentation de la machine, aussi nous avons présenté les différents risques liés aux machines. dans un second temps, nous parlons de la Gestion des risques mécaniques, en plus, les Dommages sur la personne et sur l'environnement. Finalement, nous avons traité la sécurité des machines, suivi par les aspects réglementaires et normatifs de la sécurité des machines.

- Dans le troisième chapitre qui est le cœur de notre projet de fin d'études, nous avons constaté notre recherche sur la supervision du système de sécurité SKB (Shariket kahraba berrouaghia).
- Enfin dans le quatrième chapitre nous avons parlé de la prévention et la protection des risques mécaniques, et les mesures d'urgence ; ce chapitre est considère comme une série des solutions pour réaliser la protection.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION A L'HYGIENE ET LA SECURITE

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A L'HYGIENE ET LA SECURITE

Introduction :

La main-d'œuvre joue un rôle important dans la vie professionnelle, car la plupart des travailleurs ne travaillent pas plus de 8 heures sur le lieu de travail. Par conséquent, l'environnement de travail doit être sain et sûr.

La politique de santé et de sécurité a pour objectif de prendre des mesures pour prévenir et protéger la santé des employés et des résidents, ainsi que pour protéger l'établissement et l'environnement.

Essayer d'éviter le risque n'est pas un geste ou une expression neutre et naturelle, mais une attitude apprise culturellement.

Dans ce chapitre, nous aborderons quelques concepts de base ; les couches de contrôles de sécurité, les neuf principes de prévention, les avantages de la prévention.

1. Définitions et notions de bas :

La sécurité :

Considérer comme une situation ou un état, l'état d'absence de danger. Il est révélateur que ce terme soit défini comme un manque, comme si la normale était la présence de danger.(1)

Hygiène au travail :

L'hygiène au travail est la discipline qui s'occupe de l'environnement professionnel de manière à ce qu'il soit optimum pour la santé et le bien-être des travailleurs. Elle s'intègre dans le vaste domaine de la santé au travail en complément de la médecine du travail, de l'ergonomie et de la sécurité. (2)

Danger :

Il se définit comme une situation qui a, en elle-même, un certain pouvoir (un potentiel) à causer des dommages aux personnes et aux biens, une situation susceptible d'engendrer des événements indésirables.(3)

Le risque :

Il existe de nombreuses définitions du mot ((risque)) dans le vocabulaire courant.

Ce terme est souvent confondu avec la notion de danger, hasard et péril. Le risque est l'évaluation d'un danger associant la probabilité d'occurrence redoutée et la gravité des conséquences ; il est caractérisé par :

-la gravité de ses effets

-la probabilité pour qu'il survienne (son occurrence)

Donc ne pas confondre :

- **Danger :** une menace réelle à laquelle on est physiquement exposé**.**
- **Risque :** la probabilité d'être exposé à ce danger**.** (3)

La prévention :

C'est l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour préserver la santé et la sécurité des salariés, améliorer les conditions de travail et tender au bien être au travail, Elle vise à réduire la probabilité d'occurrence d'un risque. (4)

Intervention :

Il s'agit de prévenir les risques liés à l'intervention entre les activités, les installations, les matériels des différentes entreprises présentes sur les mêmes lieux de travail, Elle vise à réduire la gravite d'occurrence d'un risque. (4)

Protection :

Technique de performance sur des conséquences néfastes qu'un risque peut occasionner à un individu, un collectif ou leur environnement en provoquant des dégâts, Elle vise à réduire la probabilité d'occurrence d'un risque. (5)

Exposition :

Dans le présent contexte, quand on parle d'exposition, il s'agit du contact entre le danger et une personne, pouvant dés lors entrainer un dommage. Sans exposition, pas de possibilité de dommage.

Le risque est donne la probabilité que quelqu'un soit atteint par un danger. (6)

Risque professionnels :

Tout activité humaine, quels que soit sa nature et le lieu ou elle s'exerce, présent des dangers pour l'homme, autrement dit, des atteintes possible à sa santé et à l'intégrité de son corps. Ces dangers qui se manifestent essentiellement sous la forme d'accident corporels et de maladie de gravités variées, sont appelés risque. (7)

Les machines :

Les machines font partie des équipements de travail qui permettent de convertir l'énergie qu'ils utilisent, par le bais des mécanismes, pour agir sur de la matière la travailler et la transporter.

Ils existent plusieurs sources de définitions liées au terme « machine », à savoir : les normes ISO (ISO 14121, 1999) & (ISO 12100-1, 2003), La directive machine 2006/42/CE, le code du travail (Droit Org, 2014), … etc. (8)

2-La hiérarchie des contrôles de sécurité :

La hiérarchie des contrôles de sécurité décrit l'ordre des étapes à suivre pour minimiser ou éliminer un danger sur votre lieu de travail. Il est beau pour sa simplicité et son efficacité.

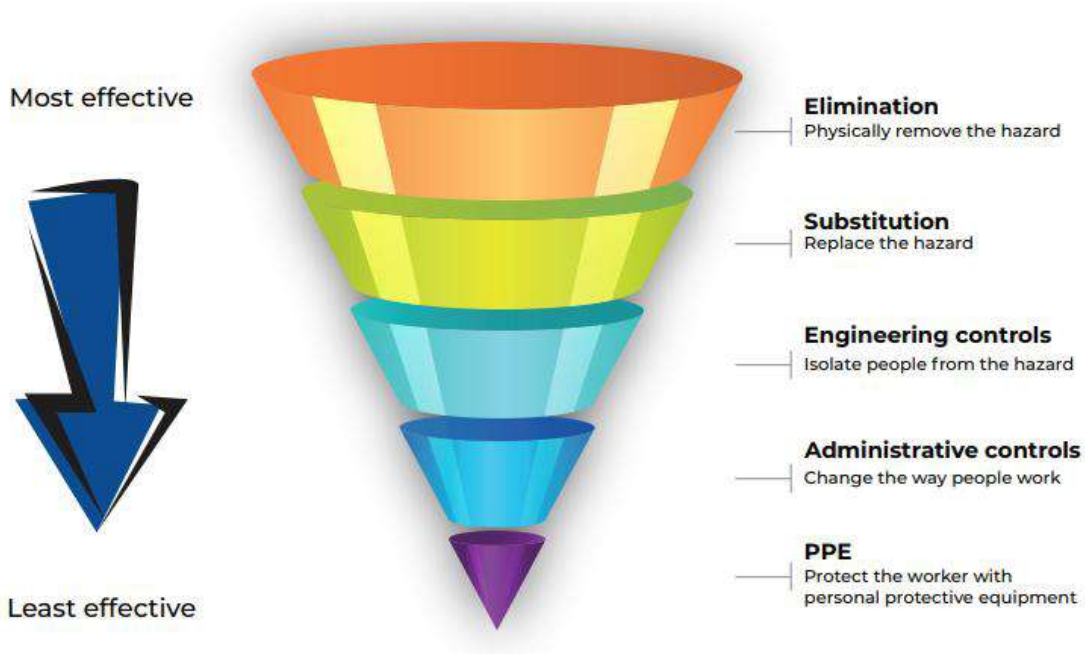


Figure 01 : la hiérarchie des contrôles de sécurité (source www.levitt-safety.com).

2-1 Élimination: Supprimez physiquement le danger. La première étape à prendre est d'éliminer le danger de votre lieu de travail. C'est la meilleure option pour améliorer la sécurité sur votre lieu de travail.

2-2 Substitution: Remplacez le danger. Si vous ne parvenez pas à éliminer le danger à sa source, voyez si vous pouvez le remplacer par une option moins dangereuse.

2-3 Contrôles d'ingénierie: Isoler les personnes du danger. Le troisième moyen le plus efficace de vous protéger d'un danger consiste à mettre en œuvre un contrôle technique, autrement dit un système qui vous aide à vous isoler du danger.

2-4 Contrôle administratifs : Changer la façon dont les gens travaillent. Si vous ne parvenez pas à mettre en œuvre une solution technique, il est important de mettre en place des contrôles administratifs. Les contrôles peuvent inclure des étiquettes d'avertissement, la mise à jour des politiques de l'entreprise et la mise en œuvre de programmes de formation.

2-5-Equipement de protection individuelle (EPI) : Protéger le travailleur avec un réduire un danger en utilisant l'un des moyens énumérés ci- dessus, devriez-vous utiliser l'EPI. Assurez-vous toujours de porter avec diligence l'EPI requis pour votre travail si un danger est toujours présent**.** (9)

3-Les neuf principes de la prévention :

- **Eviter les risques,** c'est supprimer le danger ou l'exposition au danger.
- **Evaluer les risques,** c'est apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener.
- **Combattre les risques à la source,** c'est intégrer la prévention le plus en amontpossible, notamment dés la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires.
- **Adapter le travail à l'homme,** en tenant compte des différences interindividuelles, dans le but de réduire les effets du travail sur la santé.
- **Tenir compte de l'évolution de la technique,** c'est adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles.
- **Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins,** c'est éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres.
- **Planifier la prévention** en intégrant technique, organisation et conditions de travail, relations sociales et environnement.
- **Donner la priorité aux mesures de protection collective** et n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément des protections collectives si elles se révèlent insuffisantes.
- **Donner les instructions appropriées aux salariés,** c'est former et informer les salariés a fin qu'ils connaissent les risques et les mesures de prévention. (4)

4-Les trois valeurs essentielles de prévention s'ajoutent aux 9 principes de prévention :

La personne :

Le chef d'entreprise, l'encadrement et les salariés sont impliqués dans la démarche de prévention des risques professionnels. Les méthodes de management utilisées sont compatibles avec une éthique du changement qui respecte la personne.

La transparence :

La maîtrise des risques implique pour le chef d'entreprise et l'encadrement :

- La clarté de l'objectif visé
- L'engagement et l'exemplarité du chef d'entreprise et de l'encadrement dans la démarche de prévention et dans sa mise en œuvre

- La prise en compte de la réalité des situations de travail,
- La communication sur la santé et la sécurité au travail.

L'adhésion du personnel est une condition clé dans la mise en place d'une politique de prévention des risques.

Le dialogue social :

Cela signifie d'impliquer les salariés et les instances représentatives du personnel (CHSCT, Comité Hygiène Sécurité Travail et délégués du personnel) dans la mise en œuvre de la politique de prévention (Source INRS).

5-Les bénéfices de la prévention :

La prévention des risques professionnels est une obligation légale (loi 88-07, les bénéfices sont moral légal, économique) mais elle constitue aussi l'un des principaux leviers de progrès en entreprise.

Huites (8) bonnes pratiques à adopter pour prévenir les risques professionnels :

- Intégrer la gestion de la santé et de la sécurité au travail dans toutes les fonctions de l'entreprise (achat, étude, production…)
- Harmoniser la politique de la santé et de la sécurité avec les autres politiques de l'entreprise (ressources humaines, qualité, environnement, production, gestion financière…)
- Développer l'autonomie de l'entreprise en matière de prévention
- Favoriser une approche pluridisciplinaire (technique, humaine et organisationnelle)
- Faire de l'identification et de l'évaluation a priori des risques un élément majeur de la politique de santé et de sécurité au travail
- Intégrer la prévention dés la conception des lieux, des équipements, des postes et des méthodes de travail

- Analyser les accidents du travail et les maladies professionnelles en remontant aux causes les plus en amont
- Améliorer la politique de maitrise des risques et faire évoluer les valeurs de base de l'entreprise.

La prévention contribue à améliorer le fonctionnement de l'entreprise tout au long de son

évolution, à consolider la maitrise des risques avérés, à pointer l'apparition de risques à effets différés ou de nouveaux risques, en particulier ceux qui sont liés aux nouvelles organisations ou à de nouveaux procédés industriels.

La démarche de prévention participe ainsi à l'amélioration de la performance de l'entreprise sur le plan humain et économique : identification et maitrise des risques, diminution des accidents du travail et des maladies professionnelles, baisse du turn-over et maintien des compétences… pour les salariés, elle participe fortement au bien-être au travail.

Enfin, toute démarche de prévention associe largement les salariés et leurs représentants et contribue au dialogue au sein de l'entreprise. (9)

6-La pyramide de Bird :

La pyramide de Bird est un concept qui permet d'évaluer les probabilités de risques d'accidents graves ou mortels en fonction du niveau d'incidents et presque accidents observés.

Ce concept est utilisé dans les formations de sécurité au travail, ainsi que la mise en place de systèmes de management sécurité qui agissent sur les comportements, en développant la conscience de la prise de risque auprès des individus.

Principes *:*

La pyramide de Bird, résultat d'une étude sur les accidents du travail

Le concept de la pyramide de Bird est le fruit d'une étude réalisée par Frank Bird sur les résultats d'accidents du travail rapportés par 297 entreprises. L'étude, réalisée en 1969, a analysé les différentes typologies d'accidents observés par ces sociétés sur un total de plus de 3 millions d'heures de travail cumulées. Ces sociétés employaient 1,7 millions de salariés et avaient déclaré plus de 1,7 millionsd'accidents et incidents du travail.

Le concept de Bird établit une relation entre les différents niveaux de gravité des accidents :

Plus le niveau d'incidents ou de presque accidents n'est élevé, plus le risque ou la probabilité d'accident grave est élevée.



Figure 02 : la pyramide de Bird (source www.eiphedeix-international.fr) (23)

La hiérarchisation des événements :

L'étude de Bird établit cette relation en catégorisant, selon une échelle de gravité croissante.

- Les actions dangereuses.
- Les presque-accidents.
- Les accidents sans gravité.
- Les accidents graves.
- Les accidents mortels.

Les analyses pour la sécurité au travail reproduisent le principe de cette pyramide.

La pyramide de Bird contribue à guider la politique sécurité :

La pyramide de Bird constitue un élément significatif de la performance industrielle.

Dans la pratique la politique sécurité de l'entreprise se construit en définissant des niveaux de maturités comme objectifs. Cette culture de sécurité peut être déployée en intervenant au niveau du système organisationnel en y intégrant la démarche sécurité, évaluée lors des revues de direction.

Une matrice de maturité de la culture sécurité basée sur les principes de la pyramide de Bird peut être structurée en s'appuyant sur les critères suivant :

- Critère 1 : pas de culture sécurité, impacts, loi de la jungle.
- Critère 2 : exigences réglementaires respectées.
- Critère 3 : analyse des risques et mesures techniques.

- Critère 4 : mise en place d'outils managériaux.
- Critère 5 : conscience et adaptation des comportements individuels sur le risque.
- Critère 6 : développements de comportements collectifs de prévention des risques.

Un élément essentiel des politiques de sécurité au travail est la capitalisation de retour d'expérience (RETEX) des événements de terrain. (10)

7-Risques machines et accidents de travail :

7-1-Lien causal entre risques machines et accidents de travail :

Selon (CNAS, 2004), un accident du travail désigne tout accident survenu dans le cadre de la relation de travail entraînant des lésions corporelles dues à des causes soudaines et externes. En revanche, sont considérées comme des maladies professionnelles, les intoxications, les infections et les émotions présumées avoir des origines propres à la profession. L'analyse des risques machines (Figure 03) permet d'identifier et d'estimer l'importance des différents risques liés à l'utilisation des machines. Par conséquent, les résultats sont basés sur la capacité de l'équipe d'analyse à faire l'inventaire des risques existants et les stratégies de contrôle développées pour les prévenir le plus complètement possible. Mieux encore, l'analyse des risques machine permet aux organisations d'agir sur les risques à maîtriser par ordre d'importance. L'analyse des risques machine porte plus sur la gravité des accidents que sur leur fréquence, car la priorité est de réduire de cette gravité.

Ainsi, l'analyse des risques machine est un outil d'identification et de prévention des risques pour la santé (maladies professionnelles) et la sécurité (accidents du travail) au travail « SST », tandis que l'AT/MP résulte d'un manque de maîtrise des risques liés au travail.

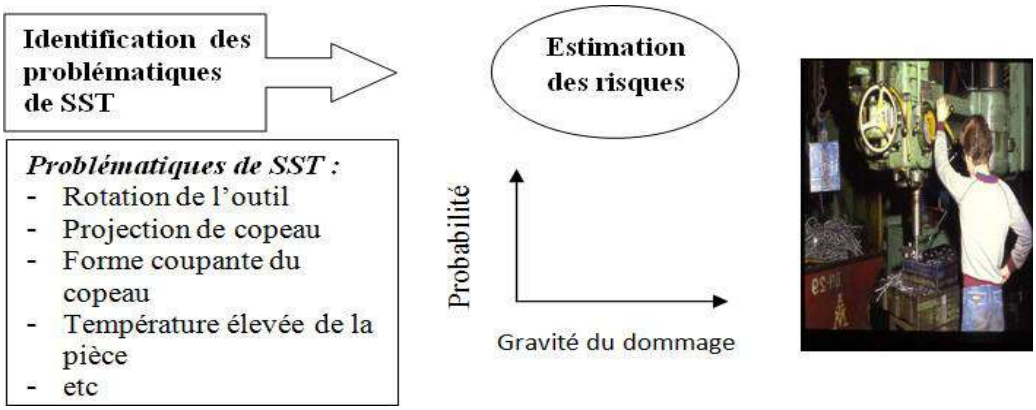


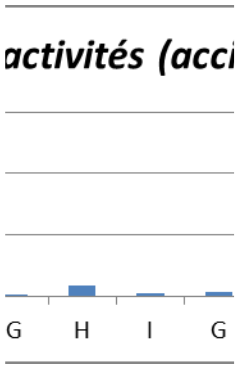
Figure 03: La démarche d'analyse des risques machines.

7-2 Analyse statistiques des accidents de travail liés aux machines :

Un problème récurrent dans l'analyse des risques machine est d'obtenir des statistiques fiables et à jour sur les AT/MP. Ces statistiques sont extrêmement importantes pour l'analyse des risques.

Pour illustrer le rôle que jouent ces statistiques en matière de SST, nous illustrons notre revue par les statistiques de la CNAS (2004), où l'on note une stabilité globale depuis 1999, classée par importance de risque des branches actives (Figure 04).

(A)Métallurgie avec 12,5% ;
(B)Bâtiments et les travaux publics avec 22,9% ;
(C) Bois avec 4,7% ;
(D) Chimie avec 3,7% ;
(E) Pierres et terres à feu avec 8% ;
(F) Caoutchouc, papeterie et cartonnes avec 1,5% ;
(G) Livre avec 0,3% ;
(H) Textiles avec 1,6% ;



(I)Vêtements avec 0,5% ;
(J) Cuire et peaux avec 0,7% ;
(K)L'alimentation avec 6,9% ;
(L) Transport et manutention avec 4,2% ;
(M) Eau, gaz et électricité avec 1,4% ;
(N) Commerce avec 2,4% ;
(O) Interprofession avec 25,10%
(P) Gaz pétrole et carburants avec 3,7% ;

Figure04 : Classification des accidents dus aux machines en 2004 selon la branche d'activité (CNAS, 2004).

De plus, les statistiques montrent que dans les accidents mortels, la gravité compte. C'est le cas du secteur « Bâtiments et Travaux Publics » qui enregistre un nombre particulièrement élevé de décès (241) représentant 32,5 % du total des décès. Les statistiques montrent également que le secteur « interprofessionnel » a également enregistré un nombre élevé de décès, avec 240 décès, soit environ 32,3 %.

A noter également que le secteur « Gaz, Pétrole et Combustibles » a enregistré 8,5 % de l'ensemble des décès déclarés, suivi du secteur « Transport et Manutention » à 7,8 %, et le secteur « Pierre de Feu et Terre » à 4,4 % ». secteur alimentaire" suit de près. « Succursale à 3,5 %.

Il est à noter que le secteur « Gaz, Pétrole et Combustibles » a enregistré un nombre élevé de décès en 2004, doublant même les 8,5 % de décès totaux en 2003, à environ 4,2 %. Accident fatal.

8-Principaux facteurs de risques d'accidents :

Les risques machine existent lors d'une utilisation normale, mais aussi dans des situations particulières comme l'entretien, le réglage, le nettoyage, etc.

Les principaux facteurs d'accident machine identifiés dans la base EPICEA4 sont : intervention en cours d'exploitation, modes opératoires inappropriés et dangereux, mauvaise conception de la machine, formation insuffisante des opérateurs, et sensibilisation insuffisante à la sécurité de l'entreprise utilisatrice**.**

Conclusion :

L'objectif de la santé et de la sécurité au travail est d'identifier l'agent principal

Les envahisseurs au travail pour protéger leur santé et leur sécurité

Les employés de tous les risques professionnels qui les entourent sur le lieu de travail.

Des mesures doivent être respectées pour vérifier la santé et la sécurité au travail

La prévention.

Une bonne formation et sensibilisation sont nécessaires pour sauver des vies

Les travailleurs doivent éviter toutes sortes d'accidents du travail et promulguer des lois strictes poursuivre.

CHAPITRE 02

Etude des risques et la sécurité des machines

Introduction

La sécurité est un besoin humain fondamental. Des études ont montré que les personnes qui vivent un stress permanent sont plus susceptibles de développer des troubles psychosomatiques (Audin, 2009). Bien que les humains puissent s'adapter à des situations extrêmes à long terme, cela peut entraîner des niveaux de stress personnels très élevés. Par conséquent, l'objectif est le suivant : Les opérateurs et le personnel de maintenance doivent pouvoir faire confiance à la sécurité de la machine.

Les exigences de sécurité des machines évoluent à mesure que les systèmes deviennent plus automatisés (Evrot, 2008). Auparavant, les dispositifs de sécurité étaient considérés comme un inconvénient pendant le travail, c'est pourquoi ils étaient souvent négligés. Les innovations technologiques ont permis d'intégrer des équipements de protection dans le flux de travail. De ce fait, ils ne sont plus une gêne pour l'opérateur et augmentent même souvent la productivité. C'est pour cette raison qu'un équipement de protection fiable intégré au flux de travail devient essentiel.

1-Définitions des termes utilisés :

Analyse du risque :

L'analyse des risques est un processus en plusieurs étapes visant à atténuer l'impact des risques sur les opérations commerciales et des pertes humain. Les dirigeants de différents secteurs utilisent l'analyse des risques pour s'assurer que tous les aspects de l'entreprise sont protégés contre les menaces potentielles. La réalisation d'une analyse régulière des risques permet également de minimiser la vulnérabilité de l'entreprise aux événements inattendus. (10)

Estimation du risque :

Définition de la gravité probable d’un dommage et de la probabilité de ce dommage.

Evaluation du risque :

Action destinée à établir, à partir de l’analyse du risque, si les objectifs de réduction du risque ont été atteints.

Dommage :

Le dommage est une atteinte à l’intégrité mentale ou physique, c’est un évènement non souhaité. (11)

Fiabilité :

La capacité d'une machine ou de ses pièces ou équipements à exécuter une fonction souhaitée sans panne dans des conditions données et pendant une période de temps donnée.

Accident de travail :

Est considéré comme accident du travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. (12)

Zone dangereuse :

Tout espace à l'intérieur ou autour d'une machine où les travailleurs peuvent exposition à des phénomènes dangereux.

Phénomène dangereux :

L'expression phénomène dangereux et le terme risque (au sens de phénomène dangereux) peuvent être qualifiés de manière à faire apparaître l'origine (par exemple, mécanique, électrique) ou la nature du risque possible (par exemple, choc électrique, coupure, intoxication, incendie).

2-Description d'une machine :

2-1 Définitions :

Les machines font partie de l'équipement de travail par le biais de mécanismes qui convertissent l'énergie qu'elles utilisent en action, travail et transport de la matière. Les définitions liées au terme « machine » proviennent de diverses sources, à savoir : Normes ISO (ISO 14121, 1999) & (ISO 12100-1, 2003), Directive Machines 2006/42/CE, Réglementation du travail (Droit Org, 2014),… etc.

N'oubliez pas que les machines sont conçues pour être utilisées dans des environnements dangereux, qui présentent des risques pour la sécurité et la santé de l'opérateur. La machine elle-même crée un environnement dangereux. Par conséquent, des mesures appropriées doivent être prises pour garantir de bonnes conditions de travail à l'opérateur et pour le protéger de tout danger prévisible.

Dans la suite de cet article, nous traitons une machine comme un système, nous gardons donc le terme "système machine".

2-2 Système de commande /partie opérative :

Un système de contrôle des équipements de travail se compose de circuits qui génèrent des commandes pour le processus ou la machine et l'opérateur (signaux) sur la base des informations de la section de fonctionnement, des entrées externes (points de consigne) et des états du système (Figure 5).

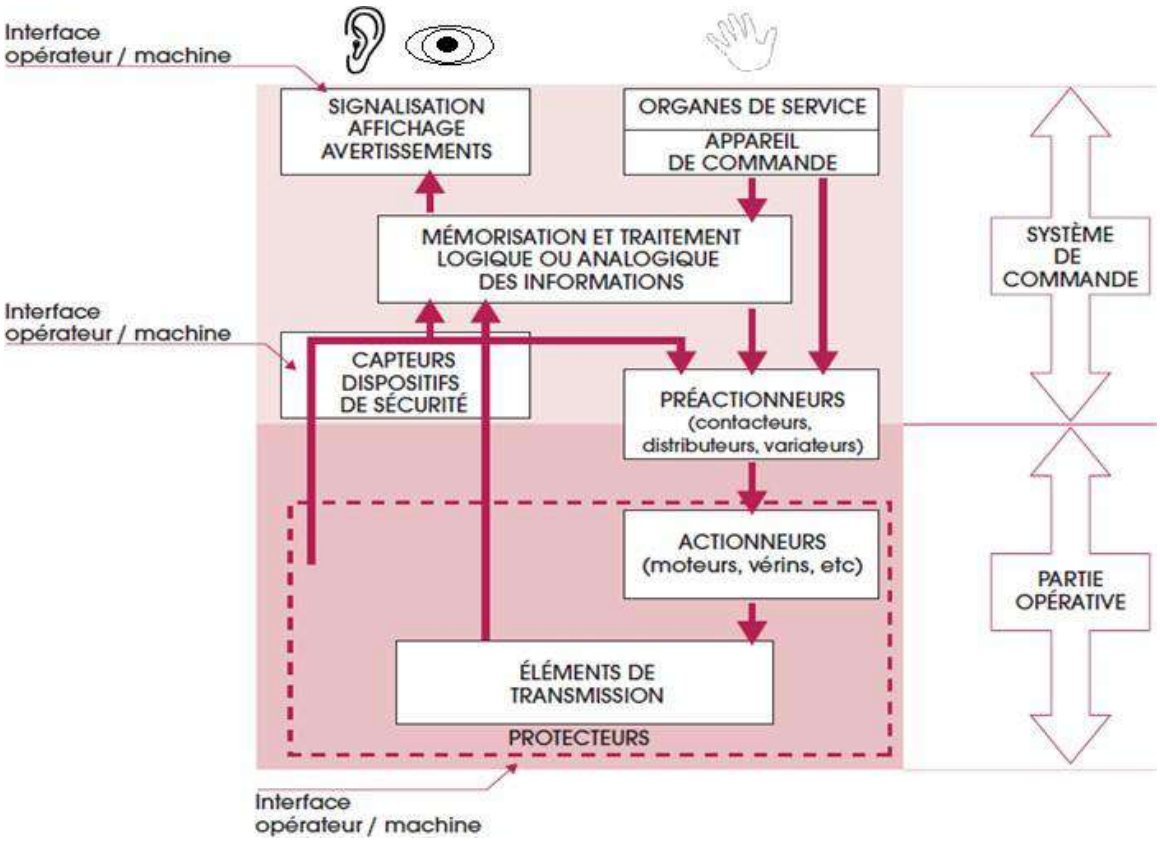


Figure 05 : Représentation schématique générale d'une machine (NF EN 292-1, 1991).

Les systèmes de contrôle regroupent les dispositifs de signalisation et de contrôle (écrans, pupitres…), les pièces logiques de traitement ou informations analogiques (automates programmables, micro-ordinateurs, relais électromécaniques…), les dispositifs de sécurité (barrières immatérielles, pastilles sensibles, balayage laser jauges, verrouillages, etc.) et capteurs. Elle peut être obtenue par une combinaison des technologies suivantes (Marsot & al, 2003) : électromécanique (relais, interrupteurs de position, etc.), pneumatique, hydraulique et électronique (circuits numériques analogiques et programmables).

La partie opérationnelle, constituée par le processus à contrôler, réalise des tâches physiques et agit directement sur la matière de travail selon les commandes envoyées par le système de contrôle, et renvoie à ce dernier des informations sur son état ou son environnement. Ses principales fonctions sont : la transformation de l'énergie et de la force, l'adaptation de l'énergie et l'effet sur la matière.

Il comprend principalement des actionneurs (moteurs, vérins, etc.) et des actionneurs (pinces, outils actifs). Pendant la phase d'exploitation, la zone d'exploitation constitue la principale zone de danger pour l'opérateur de la machine. Par conséquent, la sécurité des personnes nécessite le fonctionnement du pré-actionneur à travers le circuit de commande, ce qui peut mouvement dangereux.

3-Les risques liés aux machines :

Des milliers de machines sont utilisées chaque jour à des fins industrielles ou de fabrication et mettent les utilisateurs en danger. Les employeurs doivent identifier les risques liés aux machines de la même manière que les autres risques. Le département S&ST peut l'aider dans cette identification.

Les principaux risques-machines sont rappelées ci-après.

3-1 Risque mécanique :

Le principal risque posé par les machines est le risque mécanique (INRS, 2011), qui sont tous des facteurs physiques pouvant causer des blessures par des pièces de machine, des outils, des pièces ou l'action mécanique de matériaux solides ou de jets de fluide (Figure06).

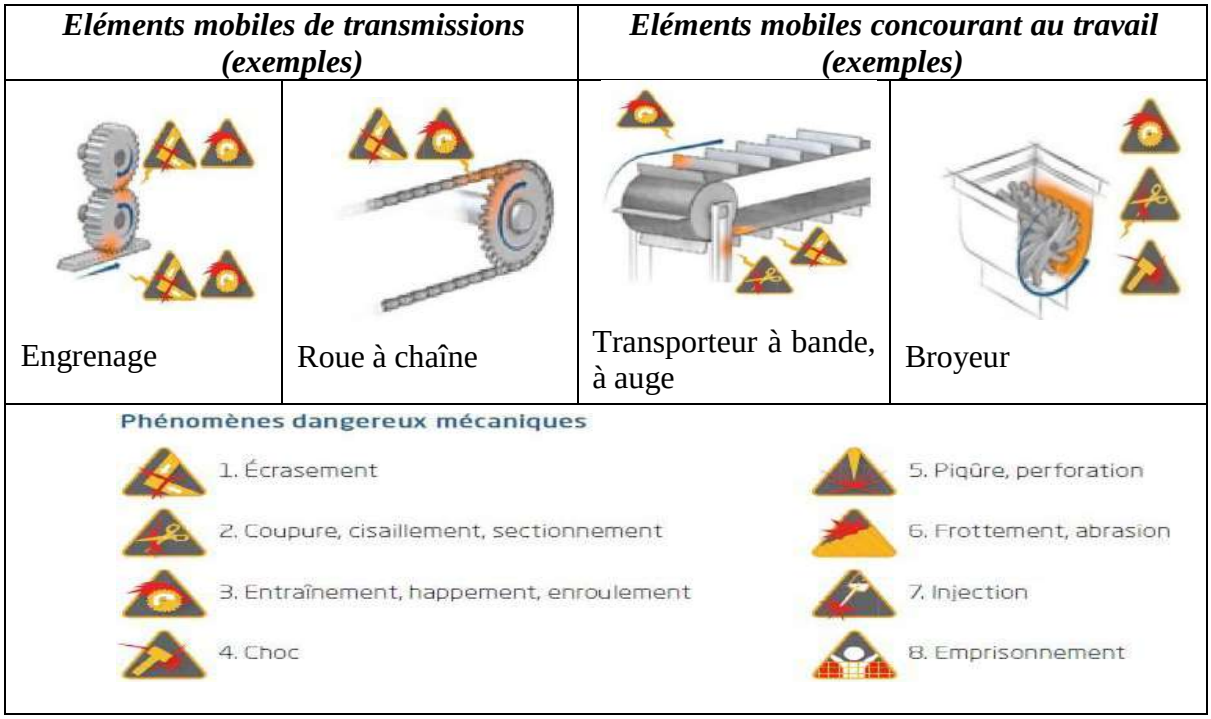


Figure 06 : Exemples illustrant différents phénomènes dangereux d'origine mécanique(Blaise & al, 2012).

Les risques mécaniques se présentent sous différentes formes (écrasement, cisaillement, coupure, enchevêtrement, entraînement, emprisonnement, chocs, chutes, etc.) et proviennent des parties mobiles de la machine. Par exemple, il peut être connecté à : des éléments de transmission (chaînes, courroies, engrenages), des éléments mobiles d'aide au travail (mandrins et leurs outils), la mobilité d'équipements (engins de terrassement) et le levage de charges (grues).

Parmi les risques mécaniques associés aux machines, citons les risques suivants (BIT, 2013) : perte de stabilité, dommages en cours d'utilisation, dus à la chute ou à l'éjection d'objets, dus aux surfaces, dus aux arêtes, dus aux angles, et des combinaisons Liés à la machine, liés aux fluctuations des conditions de fonctionnement et aux mouvements incontrôlés.

3-2 Autres risques :

Les procédés de fabrication utilisés, les produits, matières ou matériaux utilisés, les sources d'énergie qui alimentent les machines, les émissions générées lors du fonctionnement des machines sont sources de bien d'autres risques (tableau 01).

- Alimentation en énergie électrique - Electricité statique - Alimentation en énergie autre qu'électrique - Erreurs de montage - Températures extrêmes - Effet du climat - Incendie, Explosion - Bruit et vibrations - Rayonnements (ionisants et non ionisants émis par les machines, externes, laser) - Conception des circuits de commande.	- Emissions de matières et de substances dangereuses - Risque de se retrouver enfermé dans une machine - Risque de glisser, de trébucher ou de tomber - Foudre - Accès aux postes de travail et aux points d'intervention - Séparation de la machine de ses sources d'énergie - Intervention du travailleur - Nettoyage des parties internes

Tableau 01 : Principaux risques liés aux machines (autre que mécaniques).

Il est à noter que d'autres risques sont associés au non-respect des principes ergonomiques. C'est le cas, par exemple, où l'éclairage est mal étudié, ce qui peut entraîner une fatigue visuelle et être à l'origine d'accidents.

3-3 Principaux facteurs de risques d'accidents :

Les principaux facteurs d'accidents dus aux machines identifiées dans la base de données EPICEA (base de données recensant plus de 15 000 descriptifs d'accidents du travail) sont :

- la mauvaise conception des machines
- l'utilisation d'une machine inadaptée aux travaux à réaliser
- les interventions en cours de fonctionnement
- les modes opératoires inappropriés et dangereux
- la mauvaise conception des machines
- l'insuffisance de formation des opérateurs
- le manque de sensibilisation à la sécurité des entreprises utilisatrices (13)

4-La gestion des risques machines :

Les risques liés aux machines continuent de provoquer des accidents graves dans l'industrie. Pour résoudre ce problème, une des conditions est de concevoir des machines sûres. La première étape de la conception d'une démarche de prévention consiste à analyser l'ensemble des risques pouvant affecter les travailleurs interagissant avec ces machines, à les estimer et à les évaluer afin de définir des stratégies pour les réduire.

4-1 Appréciation des risques machines :

L'évaluation des risques est définie comme "le processus global d'analyse et d'évaluation des risques"(ISO 14121 ,1991). Cette approche consiste en une série d'étapes visant à juger de la sécurité de la machine, qui à son tour peut déterminer si une approche de réduction des risques doit être adoptée. Par conséquent, l'évaluation des risques est une étape essentielle de tout processus visant à améliorer la sécurité des machines.

Le procédé comprend une phase d'analyse des risques et une phase d'évaluation des risques, comme détaillé ci-dessous.

4-1-1 Analyse des risques machines :

L’analyse des risques comporte trois étapes qui sont : la détermination des limites de la machine, l’identification des phénomènes dangereux et l’estimation des risques.(figure 07)

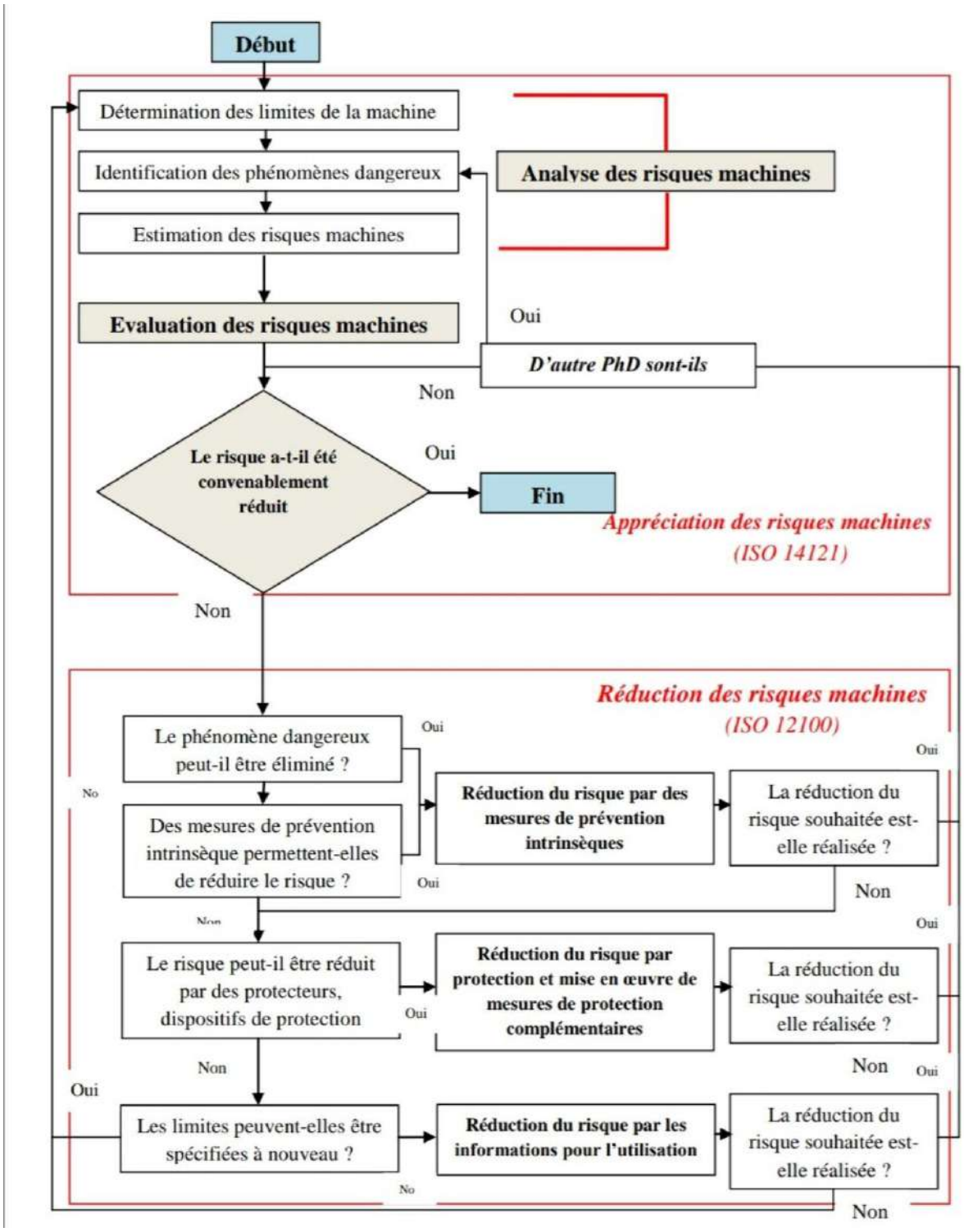


Figure 07 : Processus itératif de la gestion des risques machines selon (ISO 14121,1999 ; ISO 12100-1&-2, 2003).

a- Détermination des limites de la machine :

Cette étape a pour but de préciser les conditions d'utilisation de la machine. Surtout les caractéristiques de la machine et l'environnement dans lequel se trouve l'équipement. Bien

sûr, n'oubliez pas les caractéristiques humaines et les produits qui interagissent ou se rapprochent d'une machine à toutes les étapes de son cycle de vie. A ce stade, il faut également souligner le bon et le mauvais usage raisonnablement prévisible de la machine et les conséquences d'une panne raisonnablement prévisible.

b- Repérage des phénomènes dangereux :

Le danger est la racine de toutes les situations dangereuses. Les travailleurs sont exposés à des phénomènes dangereux lorsque les travailleurs se trouvent dans une situation dangereuse, dont la survenance peut entraîner un accident pouvant entraîner des dommages.

L'identification des phénomènes dangereux est l'une des étapes les plus importantes dans la gestion du risque machine. La liste des dangers doit être aussi exhaustive que possible. Par exemple : pièces mobiles (risque d'origine mécanique), pièces sous tension (risque d'origine électrique), pièces de machine trop chaudes ou trop froides (risque d'échauffement), bruit, vibration, rayonnement visible (laser) ou invisible (électromagnétique) , des matières dangereuses ou des postures contraignantes (risques ergonomiques), toutes les sources d'énergie pouvant affecter la santé et la sécurité des travailleurs exposés, ou une liste de toutes les interfaces machines doivent être soigneusement établies.

Ces phénomènes dangereux sont ensuite liés aux situations dangereuses auxquelles sont confrontés les travailleurs.

c-Estimation des risques machines :

L'évaluation des risques consiste à comparer les différentes situations de danger qui ont été identifiées. Par exemple, cette comparaison relative peut déterminer la priorité des actions.

Le risque est défini comme la combinaison de la gravité (G) d'un dommage (figure 09) la probabilité que ce dommage se produise. La probabilité d'occurrence d'une blessure (ISO 14121, 1999) peut être divisée en trois parties :

1) la fréquence et la durée d'exposition au phénomène dangereux (F),

2) la probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (O),

3) la possibilité d'éviter ou de limiter le dommage (P).

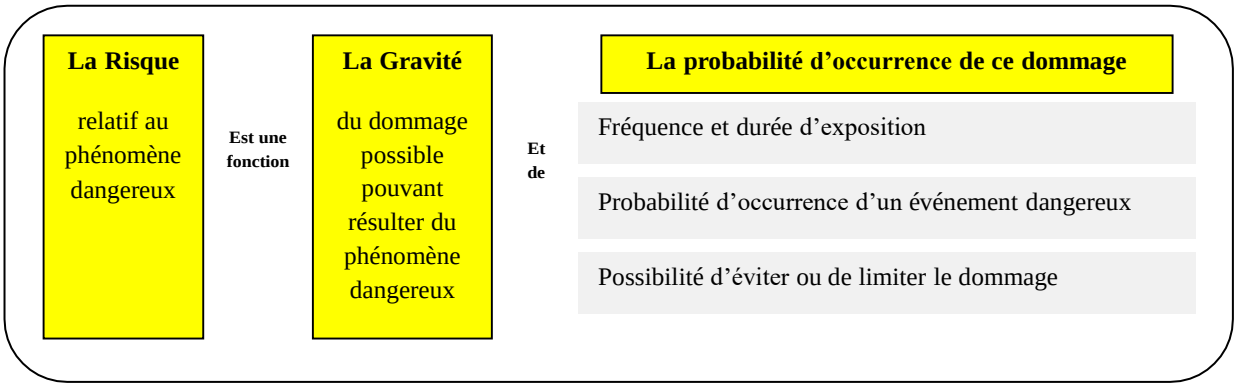


Figure 08 : Eléments du risque selon (ISO 14121, 1999).

Pour faciliter cette estimation, un indice de risque peut être défini pour chaque situation dangereuse. Le document ED 807 de l'INRS (Lupin & Marsot, 2006) propose une plage de valeurs à associer aux composants du risque. Lorsque les plages de valeurs sont définies, il est possible d'utiliser des outils d'estimation du risque (figure 10) type graphique (CSST, 2004).

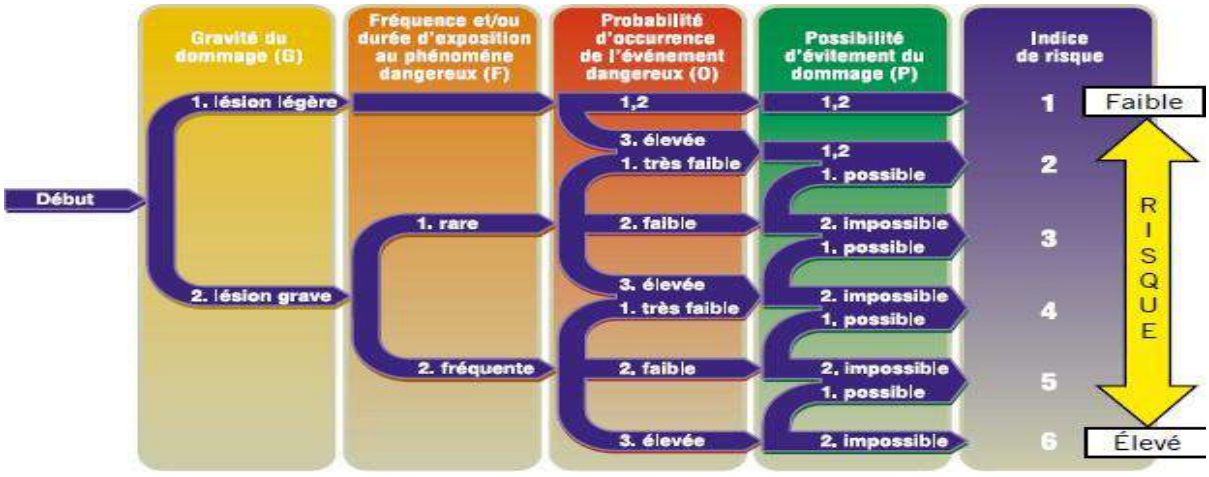


Figure 9 : Logigramme de risque d'après (CSST, 2004).

Dans la pratique, il est important de fixer d'avance des limites objectives aux facteurs G, F,O et P en consultant des références (ISO 14121, 1999), nous considérons que :

- La Gravité du dommage (G) : peut être estimée en prenant en compte la gravité des lésions ou de l'atteinte à la santé.
- la Fréquence ou durée d'exposition au phénomène dangereux (F)

L'exposition peut être estimée en prenant en compte :

- Le besoin d'accéder à la zone dangereuse (par exemple, pour le fonctionnement normal, la maintenance ou la réparation),
- la raison de l'accès (par exemple, l'alimentation manuelle de matières),
- le temps passé dans la zone dangereuse,
- le nombre de personnes devant y accéder,
- la fréquence d'accès.

➢ La probabilité d'Occurrence (O)

La probabilité d'occurrence d'un événement dangereux peut être estimée en tenant compte :

- des données de fiabilité et d'autres données statistiques,
- de l'historique des accidents,
- de l'historique des atteintes à la santé,
- d'une comparaison des risques avec ceux que présente une machine similaire (sicertaines conditions sont remplies).

➢ la Possibilité d'évitement du dommage (P)

La possibilité d'évitement permet d'empêcher que le dommage se produise ou de le limiter, en fonction :

- des travailleurs qui utilisent la machine,
- de la rapidité d'apparition de l'événement dangereux,
- de la conscience de l'existence du phénomène dangereux,
- de la possibilité pour le travailleur d'éviter ou de limiter le dommage (par exemple,action, réflexe, agilité, possibilité de fuite). (14)

4-1-2 Evaluation des risques machines :

La dernière étape du processus d'évaluation des risques de la machine consiste à porter un jugement sur le niveau de risque estimé. C'est à ce stade que nous déterminons si ce risque est supportable.

Lorsqu'un risque est considéré comme intolérable (indice de risque élevé), des mesures de réduction des risques doivent être sélectionnées et mises en œuvre. Pour s'assurer que la solution choisie atteint l'objectif de réduction des risques sans créer de nouvelles situations dangereuses, la procédure d'évaluation des risques doit être répétée après l'application de la solution.

4-1-3 Réduction des risques machines :

a-Élimination du phénomène dangereux et réduction des risques :

L'élimination du phénomène dangereux est le premier objectif à atteindre. Il s'agit d'éliminer le phénomène de façon à rendre la situation sécuritaire : c'est ce que l'on appelle la prévention intrinsèque.

Selon l'article 4.1 de la norme ISO 12100-2 (2003): « La prévention intrinsèque que constitue la première et la plus importante étape de réduction du risque […] consiste à éviter les phénomènes dangereux ou à réduire les risques par un choix judicieux des caractéristiques de conception de la machine […]. ».

C'est donc à l'étape de la conception de la machine que la sécurité du travailleur est assurée. Le concepteur cherche à améliorer les caractéristiques de la machine : écartement des pièces mobiles pour éliminer les zones de coincement, suppression des arêtes vives, limitation des efforts d'entraînement ou limitation des niveaux d'énergie (masse, vitesse, accélération) des éléments mobiles.

a- Protecteurs et dispositifs de protection :

Les protecteurs, qu'ils soient fixes ou équipés de dispositifs de verrouillage ou d'inter-verrouillage, suivent de près la prévention intrinsèque en termes d'efficacité dans la hiérarchie des moyens de réduction du risque. Viennent ensuite les dispositifs de protection tels que les barrages immatériels, les tapis sensibles, les détecteurs surfaciques ou les commandes bi-manuelles.

b-1 Protecteurs fixes et protecteurs munis de dispositifs :

L'un des meilleurs moyens de réduire l'exposition à un phénomène dangereux est d'en empêcher l'accès par l'installation d'un protecteur. Idéalement, il est « fixe » et il faut utiliser un outil pour le retirer. Cependant, il peut être nécessaire d'ouvrir le protecteur pour avoir accès périodiquement à la zone dangereuse, par exemple, pour des besoins de production, de dégagement ou de maintenance.

Les protecteurs « mobiles » (munis de dispositifs de verrouillage ou d'inter-verrouillage) doivent donner un signal d'arrêt à la machine dès qu'ils sont ouverts. Si le temps d'arrêt de la machine est suffisamment court pour que le phénomène dangereux cesse avant que le travailleur puisse l'atteindre, un dispositif de verrouillage est utilisé. Si, par contre, le temps d'arrêt du phénomène dangereux est plus long, on utilise un dispositif d'inter- verrouillage qui, en plus de remplir les fonctions du dispositif de verrouillage, bloque le protecteur en position fermée jusqu'à ce que le phénomène dangereux ait complètement disparu.



Figure 10 : Exemples de protecteurs fixes constitués de grillage et de cornières, empêchant l'accès au mécanisme de transmission et munis de fixations imperdables(Blaise & al. 2012).

b-2- Dispositifs de protection :

Si l'utilisation d'un protecteur, qu'il soit fixe ou mobile, n'est pas envisageable, il faut envisager la possibilité d'utiliser un dispositif de protection tels que : le dispositif de protection optoélectronique (barrage immatériel, détecteur surfacique), le dispositif de validation, d'un tapis sensible, d'une commande bimanuelle, … etc.

Ces dispositifs sont conçus spécialement pour réduire le risque associé à une situation dangereuse.



Figure 11: Tapis ou planché sensible (Blaise & al., 2012).

c- Avertissements, méthodes de travail et équipements de protection individuelle :

Les procédures, les avertissements, les méthodes de travail et les équipements de protection individuelle ne sont pas considérés comme les moyens les plus efficaces. Bien qu'essentiels dans des situations où aucune autre solution ne semble apporter de résultats satisfaisants, leurs effets sur l'amélioration de la sécurité sont jugés de moindre importance. Ils sont souvent utilisés en complément d'autres moyens de réduction des risques.

d- Formation et information :

Dans tous les cas où le phénomène dangereux ne peut pas être éliminé, les travailleurs doivent recevoir une formation afin de les informer de la nature du risque résiduel auquel ils sont exposés et des moyens de réduction de ce risque utilisés pour y parer. Cette formation s'ajoute à la formation générale que l'employeur doit donner aux travailleurs en vue de l'utilisation de la machine.

e- Vérification du résultat final :

Afin de s'assurer que les solutions choisies permettent d'atteindre les objectifs de réduction du risque sans créer de nouvelles situations dangereuses, la procédure d'appréciation du risque doit être répétée une fois les solutions appliquées.

4-2-Remarques concernant les étapes de la gestion des risques machines :

Deux remarques ont attiré notre attention pour ce qu'est du processus de la gestion des risques machines : la première concerne les outils d'indexation des risques machines etla seconde concerne la nécessité d'identifier de manière exhaustive les situations dangereuses.

Pour la première remarque et étant donné que l'indexation des risques machines est basée sur le graph-risk qu'est d'usage intéressant en matière des risques machines, il est recommandé de procéder à son étalonnage (par fixation des objectifs de sécurité-machine).

Pour la seconde remarque et étant donné qu'une situation dangereuse est en fonction des phénomènes dangereux, il est intéressant de capitaliser ces phénomènes par trinôme « tâche-pièce-fonction » afin d'en retenir que ceux les plus impliqués dans les situations dangereuses.

5-Dommages :

5-1-Dommages sur la personne :

Le risque mécanique peut prendre plusieurs formes :

➢ Un dysfonctionnement mécanique d'une machine ou d'un véhicule peut être responsable sur du matériel ou des personnes de :

- coincement (d'une pièce, d'un doigt, d'un membre...)
- pincement
- entraînement (d'une pièce, d'un vêtement, d'une chevelure...)

- cisaillement
- écrasement
- projection : de liquide, de vapeur, de poussières, de pièces détachées, de la pièce en cours d'usinage, de copeaux...
- choc (par un véhicule ou sa charge)

➢ Une défaillance du système d'aération et d'assainissement peut provoquer des intoxications plus ou moins graves.

➢ Le risque est d'autant plus élevé que :

- l'équipement est nouveau, en cours d'essai
- il est mal réglé
- le personnel est peu formé
- la pression de temps conduit à des prises de risque (décapotage, oublie des procédures de confinement, vitesse...) (15)

5-1-1 Accidents du travail :

Ils peuvent être de gravité très variable

➢ Accidents par contact direct avec un organe en mouvement :

- écorchures, égratignures
- écrasements
- coupures
- sectionnement
- arrachement
- fracture
- électrisation

➢ Accidents par projection :

- brûlures
- contusions
- inclusion de corps étranger (huiles...)

➢ Intoxications aiguës

5-1-2 Autres risques :

Ceux de l'activité principale notamment l'émission de produits toxiques à, l'occasion du fonctionnement normal, d'un accident ou d'un incident ou d'interventions de réparation, d'entretien ou de maintenance.

5-2-Dommages sur l'environnement :

- Projections : par dysfonctionnement mécanique
- Pollution de l'air et de l'eau par les effluents : en rapport avec un accident mécanique dans un système de traitement des eaux usées, des procédés chimiques, des confinements biologiques ; par déversement accidentel de produits toxiques
- Bruit, vibrations de voisinage
- Incendie, explosion : soit par son action directe soit par l'intermédiaire de projections (étincelles sur des produits inflammables, rupture de câbles ou de canalisation...)
- Accidents graves : panne, emballement du système, pouvant générer des accidents à distance (15)

5-3-Conséquences socio-économiques :

- Coût des accidents de travail et des maladies professionnelles
- Perte de production en cas d'arrêt de la machine (15)

6-Sécurité des Machines :

Les accidents liés à la machine sont souvent causés par l'entrée dans diverses zones dangereuses de la machine.

Les amputations, les lacérations et les décès surviennent lorsqu'ils peuvent être évités.

Au fil des années, un accent particulier a été mis sur la protection des machines afin de réduire le nombre d'accidents à la machinerie.

Lorsque vous avez des dizaines de machines à protéger, la tâche peut devenir colossale. Nous devons nous donner les moyens de s'organiser, planifier sa démarche et dégager les ressources nécessaires au projet.

7-Aspectes réglementaire et normatif de la sécurité des machines :

Dans un monde où les normes et réglementations se complexifient, les organisations doivent rester vigilantes et réactives. Ils doivent comprendre les enjeux et appliquer ces exigences en amont afin de pouvoir proposer sur le marché des produits conformes. Ces enjeux sont plus stratégiques car dans un marché concurrentiel, le coût et l'image de non-conformité et l'impact des retours produits sont critiques.

7-1 La réglementation européenne :

La directive « machine » 2006/42/CE définit les tâches à exécuter pour respecter les exigences essentielles de santé et de sécurité « EESS[1] » applicables aux machines neuves (ou d'occasions), afin de garantir un niveau élevé de sécurité et protection de la santé aux utilisateurs et aux opérateurs.

Cette directive a fait l'objet d'une évolution depuis 1989 :

-1989 : promulgation de la Directive concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines, connue sous le nom de Directive Machines « 89/392/CEE »,

- 1995 : application de cette directive dans tous les états membres de l'union européenne,

- 1998 : diverses modifications ont été regroupées et consolidées dans la directive machines en vigueur « 98/37/CE »,

- 2006 : nouvelle directive machines 2006/42/CE a été promulguée. Elle remplace les versions précédentes et son application est obligatoire dans les états membres de l'UE à partir du 29.12.2009.

Pour rappel, les états-membres de l'UE sont tenus à transformer cette directives dans leurs réglementations nationales et ceci dans le délai déterminé (fin de l'année 2009).

- Le contenu de cette directive est structuré comme suit :
- Le champ d'application et définitions,
- les procédures d'évaluation de la conformité des machines,
- les exigences essentielles de conception ou règles techniques,
- les documents à remettre ou à conserver.

A noter également l'existence d'une règlementation relative aux machines en fonction de leurs natures (machines médicales, machines utilisées dans les imprimeries, …). Cette règlementation porte essentiellement sur les principales obligations de l'utilisateur :

- utilisation en cours d'exploitation,
- modification des machines en service,
- cas particulier des équipements d'occasion ou en location,
- différentes vérifications y compris les vérifications générales périodiques.

La directive européenne relative à la sécurité des machines donne lieu à un marquage dit « Marquage CE » qui doit être apposé sur la plaque signalétique de chaque machine ou pièce

d'équipement interchangeable. Le marquage CE se fait suivant un modèle approprié (fourni dans l'annexe de la directive CE). (16)

7-2 La réglementation algérienne :

Afin réduire les risques machines qui entrainent des accidents liées aux machines, l'Algérie a mis en place un dispositif de prévention basé sur un ensemble de moyens :législatifs (réglementaires), technique (services d'hygiène et sécurité, services de médecine du travail, institutions professionnelles, …etc.) et de contrôle (inspection du travail).

Pour rappel, la règlementation algérienne relative aux machines et mécanismes stipule que :

- toute machine doit être installée de façon à pouvoir être séparée par son constructeurde la source d'énergie,
- le personnel d'encadrement doit disposer de moyens techniques en vue de provoquerou de demander l'arrêt des machines,
- les travailleurs appelés à se tenir prêts des machines doivent portés des vêtements ajustés et non flottants,
- les organes dangereux des machines et mécanismes en mouvement doivent être inaccessibles.

L'architecture de la règlementation nationale est comme suit : conventions internationales, lois, décrets (exécutifs ou présidentiels), arrêtés.

Le tableau suivant résume la règlementation nationale en liaison avec la sécurité des machines.

Ainsi et pour ce qu'est de la règlementation applicable à la sécurité des machines, le tableau suivant présente quelques lois et décrets relatifs à la sécurité des machines.

Lois/Décret	*Domaine*
Loi N°83-13 du 2/07/1983	Relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles (jora N°28)
Loi N°85-05 du 16/02/1985	Relative à la protection et à la promotion de la santé (jora N°8)
Loi N°88-07 du26/01/1988	Relative à l'hygiène, à la sécurité et la médecine du travail (jora N°4)
Loi N°89-23 du 19/12/1989	Relative à la normalisation (jora N°54)

Loi N°90-03 Du 6/02/1990	Relative à l'inspection du travail (jora N°06)
Loi N°90-11 du 21/04/1990	Relative aux relations de travail
Décret N°74-255 du 28/12/1974	Relatif aux modalités de constitution, les attributions et le fonctionnement de la C.H.S. (jora N°2)
Décret N°76-34 du 20/02/1976	Relatif aux établissements dangereux, insalubres et incommodes (jora N°21)
Décret N°84-55 du 3/3/1984	Relatif à l'administration des zones industrielles (jora N°10)
Décret N°84-105 du 12/05/1984	Relative à l'institution d'un périmètre de protection des installations et infrastructures. (jora N°20)
Décret N°84-385 du 22/12/1984	Relatif aux mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens. (jora N°69)
Décret N°93-184 du 27/7/93	Réglementant l'émission des bruits (jora N°50)
Décret N°84-387 du 22/12/84	Relatif aux mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens (jora N°69)
Décret N°85-231 du 25/8/1985	Relatif au plan d'organisation des secours (jora N°361)
Décret N°85-232 du 25/8/1985	Relatif aux risques de catastrophes (jora N°361)
Décret N°86-132 du 27/5/1986	Fixant les règles de protections des travailleurs contre les risques de rayonnements ionisants. (jora N°35)
Décret N°90-79 du 27/2/1990	Portant réglementation du transport de matières dangereuses (jora N°10)
Décret N°90-24 du 18/8/90	Portant règlementation des appareils à pression de gaz (jora N°36)
Décret N°90-246 du 18/8/1990	Portant règlementation des appareils à pression de vapeur (jora N°36)
Décret N°92-42 du 4/2/1992	Relatif aux autorisations préalables à la fabrication des produits toxiques ou présentant un risque particulier (jora N°09)
Arrêté interministériel du 10/2/1988	Fixant la délimitation et la signalisation particulière des zones réglementées et interdites (jora N°35)

Tableau 02 Présentation de quelques lois et décrets relatifs à la sécurité.

7-3- Synthèse sur la réglementation algérienne et européenne :

La caractéristique essentielle d'une loi est l'obligation à laquelle elle s'applique. Ainsi, en matière de sécurité des machines, la réglementation européenne stipule que tout constructeur de machines doit :

- respecter les exigences fondamentales de santé et de sécurité de la Directive Machines,
- Planifier l'intégration de la sécurité dès la conception
- déclarer la conformité de votre machine en appliquant la procédure à la machine
- la documentation technique pour la mise en place de la machine comprenant notamment toute la documentation de conception relative à la sécurité,
- Les instructions sont fournies dans la langue officielle du pays d'utilisation. La version originale est également jointe.
- Remplir la déclaration de conformité et apposer le marquage CE sur la machine ou les composants de sécurité.

D'autre part, la réglementation algérienne sur la sécurité des machines et des engins nous permet d'évoquer la nécessité de promouvoir notre réglementation en matière de sécurité des machines.

Il convient également de souligner qu'au niveau des tribunaux, si les normes et réglementations algériennes ne sont pas disponibles, il est recommandé d'utiliser les normes et réglementations internationales les plus appropriées.

Une dernière observation sur ce résumé réglementaire est qu'il n'existe pas de méthodes ou de techniques appropriées pour la recherche, l'analyse et l'évaluation des risques industriels dans la réglementation algérienne. Pour ces raisons, ainsi que pour la communication industrielle, commerciale et autre avec nous, la normalisation dans le domaine de la sécurité des machines est essentielle.

7-4 La normalisation en sécurité des machines :

Afin d'encadrer la mise en application des exigences de la directive, le Comité Européen de Normalisation «CEN» et l'Organisation International de Normalisation «ISO» ont développé un programme de normalisation portant sur la sécurité des machines (Jocelyn, 2012). De même, (INRS, 2011) indique qu'il existe trois grandes classes de normes en sécurité des machines. Ces normes européennes harmonisées ont pour but de fournir les spécifications techniques dont les professionnels ont besoin pour produire et mettre sur le marché des

équipements conformes aux exigences essentielles de santé et de sécurité prescrites par la réglementation. Une machine, conçue conformément à ces normes, bénéficiera d'une présomption de conformité aux exigences essentielles. Ces normes sont régulièrement révisées : elles représentent l'état de la technique à un moment donné.

Ces normes sont divisées en : normes dites horizontales « A, B1 et B2 » applicables à l'ensemble des machines et normes dites verticales « C » qui s'appliquent à une machine ou à un groupe de machines (tableau 03).

	Norme de type A
Definition	Notions fondamentales, principes de conception et aspects généraux concernant tous les types de machines.
Examples	- EN 12100-1 et -2 (remplace EN 292-1 et EN 292-2) : Concepts fondamentaux, principes généraux de conception, - EN 14121 : Principes pour l'évaluation du risque.
	Norme de type B1
Definition	Aspects particuliers de la sécurité tels que la mesure des niveaux de bruit, les distances de sécurité, les températures superficielles…
Examples	- EN 62061 : Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande et de contrôle électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité, - EN 13849-1 et -2 : Parties des systèmes de commande liées à la sécurité.
	Norme de type B2
Definition	Moyens de protections pouvant être utilisés sur divers types de machines (commandes bi manuelles, dispositifs de verrouillage et d'inter verrouillage, tapis sensible…).
Examples	- EN 418: Equipements d'arrêts d'urgence), - EN 574: Commandes biannuelles.

	Norme de type C
Definition	Spécifications de sécurité détaillées applicables à une machine ou à un groupe de machines (faisant référence aux normes de type A, B1, B2).
Examples	- EN 201: Presses à injection, - EN 619: Convoyeurs, - prEN 691: Machines à bois, - EN 692: Presses mécaniques.

Tableau 03 : Représentation du système normatif en sécurité des machines

Le fabricant de l'équipement ou de la machine doit d'abord vérifier si son produit est conforme à la norme de classe C, si oui, alors la norme déterminera les exigences de sécurité, sinon la norme de classe B prévaudra. Pour tout aspect ou fonction particulière du produit. En l'absence de spécifications supplémentaires, les fabricants suivront les principes généraux énoncés dans les normes de classe A.

La multiplication des normes et leurs mises à jour ajoutent encore au problème de maîtrise de cette complexité par les différents acteurs impliqués dans l'application des contenus normatifs.

Conclusion :

Les risques mécaniques sont des risques liés à des défaillances humaines ou techniques lors de l'utilisation de machines ou d'équipements de travail fixes ou mobiles. Le texte définit les principes de conception des machines sûres et les contrôles périodiques nécessaires pour maintenir leur fonctionnement sûr.

La sécurité des machines garantit la sécurité juridique pour les fabricants et les exploitants.

Les utilisateurs de machines s'attendent à un accès exclusif à des machines et équipements sécurisés dans le monde entier. Dans le même temps, il existe des règles dans le monde entier pour protéger les utilisateurs de machines. Ces règles varient d'un pays à l'autre. Ainsi, les aspects réglementaires et normatifs de la sécurité des machines feront l'objet d'une étude intitulée : Aspects réglementaires et réglementaires de la sécurité des machines.

Le respect de ces normes de sécurité machine passe par l'identification des dangers.

Chapitre 3

Supervision du système de sécurité dans SKB

Introduction

La production d'électricité est essentielle pour un secteur industriel, destiné à mettre à disposition de l'ensemble des consommateurs la possibilité d'un approvisionnement adapté à leurs besoins en énergie électrique.

La production d'électricité se fait depuis la fin du 19 siècle à partir de différentes sources d'énergie primaires. Les premières centrales électriques fonctionnaient au bois. Aujourd'hui, la production peut se faire à partir d'énergie fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole),d'énergie nucléaire, d'énergie renouvelable.

Une turbine à gaz , appelée aussi turbine à combustion ou parfois turbine à gaz de combustion ,est une machine tournante thermodynamique appartenant à la famille des moteurs à combustion interne dans le rôle est de produire de l'énergie mécanique sous la forme de la rotation d'un arbre, directement à partir de l'énergie cinétique des gaz produits par la combustion d'un hydrocarbure (fuel, gaz combustible...) qui subissent une détente dans une turbine.

Les turbines à gaz ont connus au cours dernières années un développement considérable dans des nombreuses applications industrielles. En particulier dans le domaine du transport et de réinjection du gaz.

Historique :

Le contrat de réalisation signé Le contrat portant réalisation de la centrale électrique de Berrouaghia, dans la wilaya de Médéa, d'une puissance totale de 489 MW, a été signé hier entre Sharikat Kahraba Berrouaghia (SKB) et le groupement franco-allemand

Siemens/Saipem. Le montant du projet s'élève à un peu plus de 13,6 milliards de dinars. La compagnie pétrolière nationale Sonatrach et la Société nationale d'électricité et du gaz (Sonelgaz) sont les deux actionnaires de SKB qui a été créée le 27 novembre 2004. La centrale devrait être réceptionnée 21 mois après le démarrage des travaux. Selon le PDG de Sonelgaz, Noureddine Boutarfa, ce projet « sera entièrement financé à partir de ressources locales tant sur fonds propres que par emprunts bancaires garantis par le projet ». En sus de la réalisation de la centrale électrique, le groupement, qui a obtenu le marché et qui comprend l'Allemand Siemens et le français Saipem, fournira certains équipements, a indiqué Patrick Hiriart, directeur de la filiale Algérie de Saipem. Un contrat d'exploitation et de maintenance pour une durée de 5 ans devrait être signé après réception définitive de la centrale. Par ailleurs, le ministre de l'Energie et des Mines, Chakib Khelil, a dévoilé en marge de la

cérémonie les points qui seront examinés lors du deuxième congrès africain du pétrole qui se réunira mercredi et jeudi prochains. Ainsi, il a évoqué les problèmes inhérents au gaz, notamment le torchage de gaz. Les discussions autour de cette question devraient permettre de « développer des mécanismes pour qu'il n'y ait plus de gaspillage et pour que les citoyens de ces pays bénéficient de ce gaz ». L'autre sujet qui sera abordé lors de ce congrès africain concerne la pollution de la mer ou les risques de pollution en raison d'accidents de méthaniers ou tout autre moyen de transport des hydrocarbures. « Nous envisageons des solutions, dont la création d'une société qui sera chargée d'intervenir immédiatement après la survenue d'un accident, d'une manière efficace, pour nettoyer les plages », a déclaré à ce propos Chakib Khalil. Enfin, les participants à cette manifestation se pencheront sur les ressources humaines qui constituent, selon le ministre, le maillon faible des entreprises pétrolières africaines.

1-Description de l'entreprise SKB :

SKB est une société Algérienne productrice d'énergie électrique, il s'agit de la centrale électrique la plus développée et la plus fiable en Algérie grâce a la technologie Allemande SIEMENS qui est le fabricant.

La centrale électrique à cycle simple a turbine a gaz de 2x271 MW (ISO) est située dans la commune de BERROUAGHIA wilaya de MEDEA.

La centrale est doté de deux(02) turbines a gaz SIEMENS du type V94.3A(4) SGT5-4000(E) et de deux alternateurs SIEMENS (WESTING HOUSE –USA) du type sGen-1000A d'une puissance de 308 MVA et d'une tension de 16.5 KV par groupe.

Les turbines et alternateurs des unités de production sont installés dans la salle des machines et les deux unités sont exploitées a partir d'une salle de commande.

SKB est une société par action (spa) au capital social de 6.3 milliards dinars Algériens : SONELGAZ détient 51% des actions et SONATRACH Holding AIE 49% des actions.

SKB fut crée le 27 octobre 2004. Elle a été mise en service selon l'agenda suivant :

❖**Unité de production n°1 :**

- 1er allumage : 18 Mai 2007
- 1er synchronisation : 10 juillet 2007
- date de mise en service : 6 septembre 2007

❖**unité de production n°2 :**

➢1er allumage : 21 juillet 2007

➢1er synchronisation : 3 aout 2007

➢date de mise en service : 26 septembre 2007

Activité de l'entreprise :

La centrale SHARIKET KAHRABA BERROUAGHIA (SKB) s'inscrit dans le cadre de la production de l'électricité au niveau national, elle représente le 3eme producteur d'électricité indépendant au niveau du marché Algérien avec une puissance maximale de 489 MW (5% de la production nationale).

Aussi, les deux unités suscitées de SKB participent a la régulation de la fréquence du réseau national et au réseau international (Maroc, Tunisie…etc.)

Emplacement du site :

Le site est a proximité de la ville de Berrouaghia qui se trouve a 130 km au sud-ouest d'Alger, capital de l'Algérie, avec un niveau d'attitude moyenne au-dessus du niveau de mer 928 m.

Unités de la centrale :

- Section de compression
- Le système de combustion (ensemble des chambres de combustion)
- Section turbine (HP et BP)
- La partie auxiliaire

Constitution de la centrale SKB :

La centrale est constituée de :

1- L'administration de SKB

2- Salle de contrôle de la centrale

3- Deux unités de production possédante chacune :

❖ une turbine a gaz SIEMENS de type V94.3A(4) SGT5-4000E

❖ un générateur SIEMENS (WESTING HOUSE-USA) du type sGen5-1000A d'une puissance de

308 MVA et d'une tension de 16.5KV

❖ Un transformateur principal 16.5 /225 KV

❖ Un transformateur auxiliaire 16.5/0.4 KV

4- Un poste gaz

5- La maintenance du central :

❖ un magasin de pièces de rechanges légères

❖ un magasin de pièces de rechanges lourdes

❖ un atelier de réparation

6- Une station de pompage du gas-oil

7- Une station d'air comprimé

8- Une station anti-incendie

9- Une station de traitement de l'eau (pour le bain-marie des réchauffeurs de gaz)

10- Un laboratoire (analyse des gaz évacués, de l'eau…etc.)

Effectif sur site :

Effectif nombre par profession et spécialité selon le tableau :

Groupe socioprofessionnel	SKB Spa	Opérateur SIEMENS O&M	Sous traitant O&M	
			Société de nettoyage Et de jardinage	Société de Gardiennage
Cadres sup & cadres	**23**	**27**		
maitrise	**5**	**9**		
Exécution	**4**	**3**	**22**	**98**
S/total	**32**	**39**		
Total général		**192**		

Tableau04 : Tableau d'effectif (source document de la central SKB)

Systèmes de commandes de la centrale :

Citons quelque système de commandes principales :

- Système de commande de la turbine a gaz.
- Système hydraulique d'optimisation des jeux (HCO).
- Système d'huile de lubrification et de soulèvement.
- Système a gaz combustible.
- Système de nettoyage du compresseur.
- Système de vidange.
- Système d'air d'étanchéité.

Le personnel de la centrale (responsable par spécialité) participe au démarrage et a l'arrêt des unités de production pour l'exploitation.

2-Principe de fonctionnement de la centrale :

C'est une centrale a gaz. Ce type de centrale permet un démarrage rapide (quelques minutes seulement) ainsi qu'une souplesse lors de la variation de puissance. Par contres dans les centrales a cycle combiné, le démarrage nécessite un temps assez long, allant de 6 a 8 heures. (Néanmoins, il ne faut pas oublier a signaler que les centrales a cycle combiné ont un rendement plus élevé que les centrales a cycle simple a cause de l'énergie thermique récupérer dans l'échappement).

2-1-Partie thermique :

La GRTG (société Algérienne de gestion du réseau de transport du gaz) fournit le gaz consommé dans les deux turbines, au début il y a un poste gaz assurant le comptage et plusieurs niveau de filtrage ainsi que le réchauffement (jusqu'à 30 c°) et la détente de gaz de 60 -70 bar a 30 bar pour qu'il soit adapté aux conditions de fonctionnement nominales de la turbine V94.3A de SIEMENS.

Lors d'une rupture de gaz, les deux turbines fonctionnent a l'aide des réserves de gas-oil (2x10 000 m cube) qui assurent un fonctionnement maximal des deux groupes pendant 10 jours.

2-2-Partie électrique :

Chacun des deux groupes fournit une tension de sortie de 16.5 KV, a travers un disjoncteur de groupe et un synchronisateur, pour transporter cette énergie, un transformateur élévateur

augmente sa tension a 225 KV et la distribue aux lignes HT de la GRTE (société Algérienne de gestion de réseau de transport de l'électricité).

Un autre transformateur auxiliaire (16.5 / 6.6 KV) alimente la barre 6.6 KV principale qui fournit l'énergie électrique nécessaire a la pompe de gas-oil ainsi qu'a d'autres transformateurs (6600 / 400 V) assurant l'alimentation de la plupart des machines et armoires électriques et des structures de la centrale.

Lors d'une rupture électrique, 4 groupes électrogènes (4x1.6 MW) permettent d'alimenter la centrale pour un démarrage isolé du réseau HT.

2-3-Partie commande :

La centrale fonctionne en général automatiquement, même la régulation de charge fonctionne en AGC (automatic generation control) pour une puissance qui varie entre 190MW et la charge maximale du groupe.

3-Turbine a gaz :

Introduction :

Les turbines à gaz ont connus au cours dernières années un développement considérable dans des nombreuses applications industrielles. En particulier dans le domaine du transport et de réinjection du gaz.

Historique de la turbine à gaz :

En 1961 la firme - NUOVO PIGNONE - a commencé la production des turbines à gaz pour application fixe (destinées en premier lieu à l'industrie pétrochimique). Ces turbines sont fabriquées sur la base d'un accord stipulé avec GENERAL ELECTRIC. Les modèles MS 3000-5000-7000 et 9000 sont entièrement projetés par GE qui fournit à NP les parties tournantes et les aubages.

3-1-Présentation de la TG :

-Les turbines à gaz sont construites dans une gamme très large de puissance de 25 kW à 250 MW. Les informations ci –après concernent surtout les machines de 1 à 40 mW les plus utilisées en cogénération.

-A poste fixe, les combustibles utilisés sont, pour les turbines courantes, du gaz (naturel, GPL ou biologique) ou du fuel domestique. Les TAG peuvent aussi bruler du fuel lourd, mais celui-ci doit subir des trainements très complexes (enlèvement du sodium et des particules solides, inhibition du vanadium, etc.). De plus, les gaz d'échappement doivent aussi être traités pour répondre aux normes environnementales. L'exploitation et la maintenance sont donc beaucoup plus couteuses, la durée de vie réduite.

-Le combustible doit être injecté dans les chambres de combustion à des pressions élevées (12 à 45 bar). Cela est aisé pour les fiouls. Par contre, le gaz naturel est délivré par des réseaux, soit de transport entre 40 et 75 bar, soit, le plus souvent, de distribution entre 4 et 16 bar. Quand la pression du réseau n'est pas suffisante, il faut ajouter des suppresseurs de gaz. Ces appareils sont couteux et consomment de la force motrice. Pour la petite installation, ils diminuent l'intérêt économique de la filière. La combustion dans une TAG s'effectue avec des excès d'air très importants (350 à 500%). Il en résulte que, pour un modèle donné, la puissance va varier sensiblement avec la température d'entrée d'air et avec l'altitude. Le compresseur, pour une même vitesse, donnant un débit massique plus important, la puissance sera plus forte en hiver, ce qui est un avantage pour l'utilisation en génie climatique. Une autre conséquence est la décroissance très rapide du rendement avec la charge.

-La puissance fournie par une TAG dépend des caractéristiques de l'air aspiré : température, humidité et pression. Elle va donc varier suivant la saison et l'altitude du lieu d'implantation. De même, la puissance est fonction des pertes de charge amont sur l'air aspiré (gaine, filtre et silencieux) et aval sur les gaz d'échappement (silencieux, batterie ou chaudière de récupération, gaine, cheminée, etc.). Les constructeurs fournissent des courbes précises donnant les caractéristiques de fonctionnement en fonction de ces différentes valeurs.

-Quasiment, toute l'énergie thermique du combustible non transformée en énergie mécanique se retrouve sous forme de chaleur dans les gaz d'échappement. Ceux-ci sont donc très chauds (entre 450 et 550 °C) et servent, comme on le voit dans les différents schémas illustrant ce paragraphe, à réchauffer des fluides caloporteurs ou utilisés pour la production de la vapeur.

-Les gaz d'échappement sont normalement dirigés soit sur une batterie, soit sur une chaudière.

-Une vanne de dérivation dite d'aiguillage permet d'envoyer tout ou une partie des gaz d'échappement directement à l'atmosphère. Elle sert aux démarrages et pour la marche en secours, ainsi que pour les périodes où toute la chaleur récupérable des gaz d'échappement ne peut être utilisée. Un soin particulier doit être apporté à l'étanchéité de cette canne pour éviter une perte continue de gaz chauds à l'atmosphère.

-Les gaz d'échappement des TAG sont peu chargés en poussières et comportent 15 à 17% D'oxygène. Ils peuvent être utilisés dans l'industrie pour le chauffage direct de séchoirs et, surtout comme air comburant dans des brûleurs spéciaux dits de postcombustion qui s'adapte à des chaudières ou à des générateurs. On obtient ainsi d'excellentes performances globales.

3-2-Turbine bi-arbre :

La turbine à gaz se compose de deux roues turbines indépendantes mécaniquement. La roue turbine HP entraîne le rotor du compresseur axial et les accessoires, tandis que la roue BP deuxième étage sert à entraîner l'organe récepteur (ex : les compresseurs). Le but des roues turbines non reliés est de permettre aux deux roues de fonctionner à des vitesses différentes pour satisfaire aux exigences de charge variable de l'organe récepteur(24)

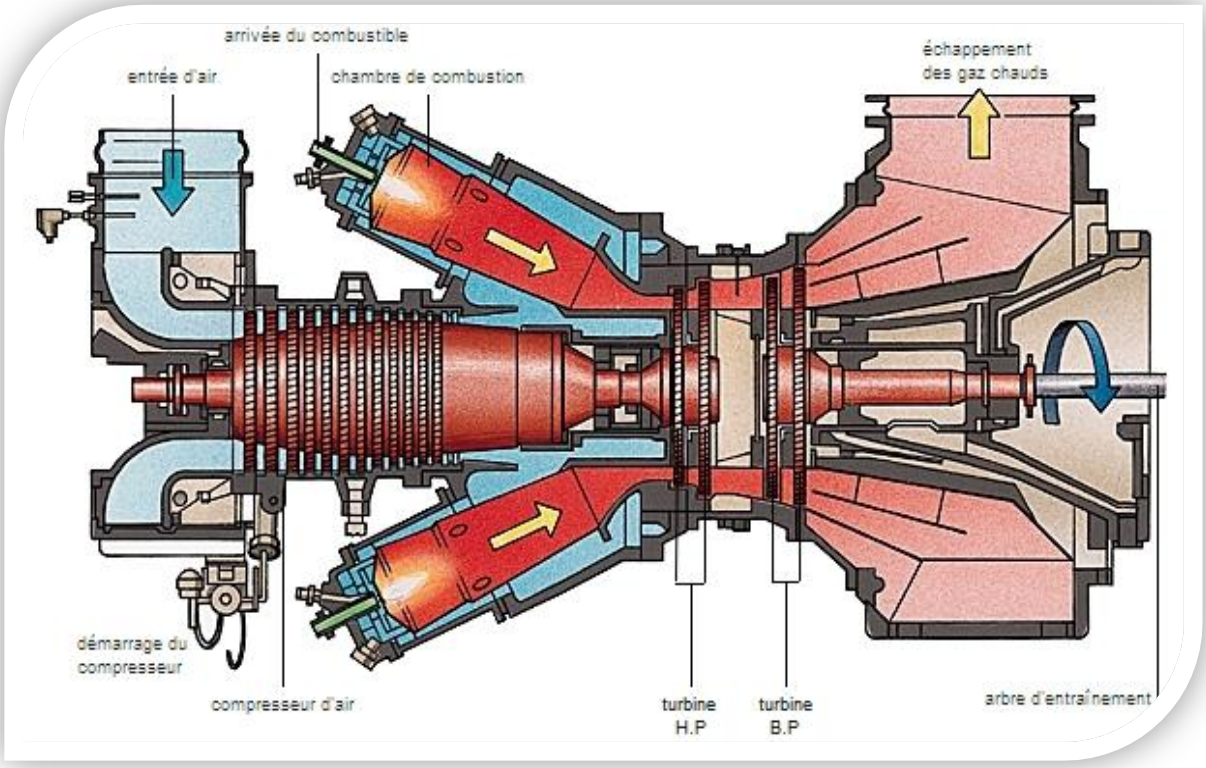


Figure12 : Turbine à gaz(document centrale SKB)

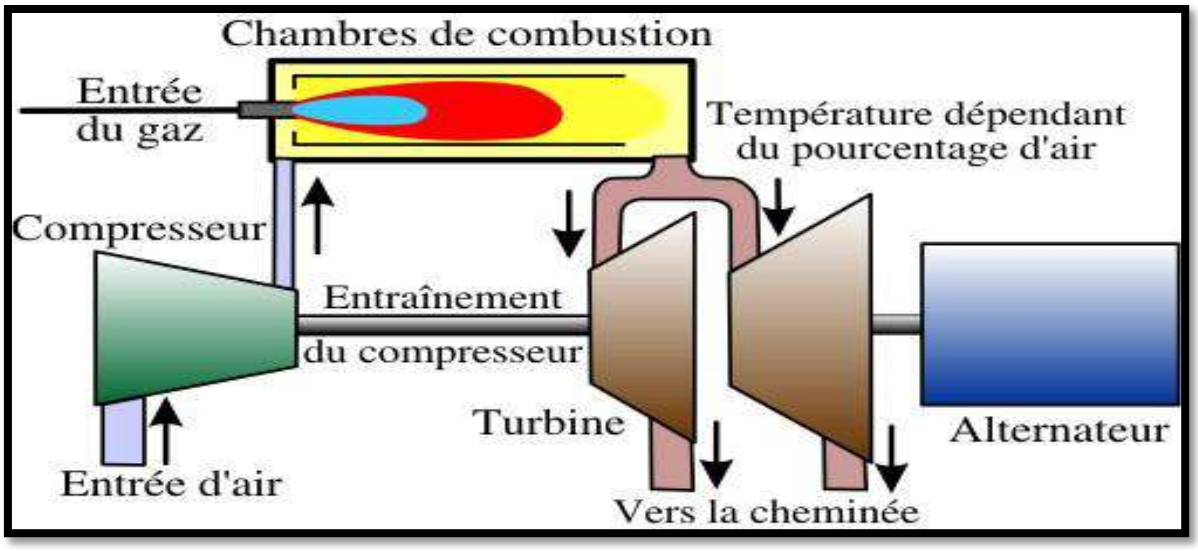


Figure13 : Schéma simplifié de fonctionnement de TG (source document de centrale SKB)

4-Principe de fonctionnement de la turbine à gaz:

Une turbine à gaz fonctionne de la façon suivante :

❖ elle extrait de l'air du milieu environnant (aspiration) ;

❖ elle le comprime à une pression plus élevée par le compresseur (compression) ;

❖ Elle augmente le niveau d'énergie de l'air comprimé en ajoutant et en brulant le combustible dans une chambre de combustion (gaz chaud) ;

❖ elle achemine de l'air à pression et à température élevées vers la section de la turbine, qui convertit l'énergie thermique en énergie mécanique pour faire tourner l'arbre (expansion) ; ceci sert, d'un coté, à fournir l'énergie nécessaire pour la compression de l'air, qui a lieu dans un compresseur relié directement à la section turbine et, de l'autre coté à fournir l'énergie utile à la machine conduite, couplée avec la machine au moyen d'un accouplement comme par exemple un alternateur ou un compresseur centrifuge ;

❖ elle décharge à l'atmosphère les gaz à basse pression et température résultant de la transformation

L'ensemble de la turbine à gaz est constitué par trois composantes essentielles :

❖ Le compresseur à écoulement axial.

❖ La chambre de combustion.

❖ La Turbine.

La turbine à gaz est essentiellement formée de trois parties principales :

➢ Un Compresseur.

➢ Chambres de combustion.

➢ Une turbine de détente

✓ **Un compresseur,** centrifuge ou plus généralement axial, qui a pour rôle de comprimer de l'air ambiant à une pression comprise aujourd'hui entre 10 et 30 bars environ.

✓ **Une chambre de combustion,** dans laquelle un combustible gazeux ou liquide est injecté sous pression, puis se brûle avec l'air comprimé, avec un fort excès d'air afin de limiter la température des gaz d'échappement.

✓ **Une turbine**, généralement axiale, dans laquelle sont détendus les gaz qui sortent de la chambre de combustion. (24)

4-1-Caractéristiques de fonctionnement de la turbine à gaz V94.3 de Berrouaghia :

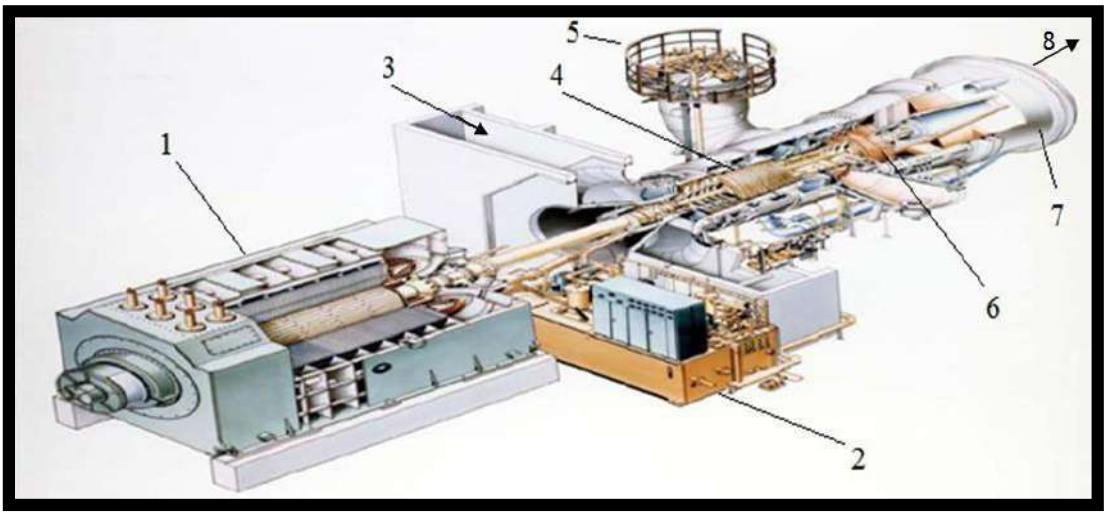


Figure14 : Schéma descriptif d'un groupe de turbine a gaz (www.techno-science.net)

1. Générateur.
2. Réservoir d'huile avec montage.
3. Structure d'admission d'air.
4. Compresseur.
5. Chambre de combustion.
6. Turbine.
7. Diffuseur d'échappement.
8. Echappement des fumées vers la Cheminée (18).

4-2-Constitution de la turbine à gaz :

On peut diviser La centrale turbine à gaz en deux parties principales :

Partie mécanique :

Qui est formée essentiellement par :

Compresseur:

Le compresseur utilisé dans la turbine à gaz est un compresseur de type axial, il aspirel'air à la pression atmosphérique et le refoule à une pression dépendent de sont taux de compression,

qui égale à « P_S/ P_e » {P_S: pression de sortie, P_e: pression d'entrée} qui n'est autre que la pression atmosphérique), il comporte 16 étages permettant ainsi de refouler l'aire à une pression entre 7 et 12bars. Un système anti-pompage soutire une quantité d'aire suffisante pour assurer un fonctionnement stable du compresseur à basse vitesse, c'est-à-dire lors de démarrage de compresseur et de ralentissement. L'air est soutiré par deux conduites de décharge en aval du 5ème et de 10 ème étages d'aubes fixes et une conduite en aval du 15 ème étage d'aubes mobiles. Il est dirigé vers trois chambres annulaires par des espèces également annulaires ménagées à cet effet entre les portes aubes directrices. Les conduites de décharge sont dotés de clapets pneumatiques et conduisent l'air outré vers le diffuseur d'échappement De l'air destiné au refroidissement de la turbine est également soutiré au niveau des plusieurs étages du compresseur .les aubes directrices d'entrée, les aubes directrices des 4 premiers étages et les aubes mobiles des 5premiers étages du compresseursont dotées d'un revêtement cermétal les protégeant contre les dépôts. Les pieds des aubesmobiles sont en queue d'aronde avec un cours guidage parallèle. Leur taille est choisie en fonction de la longueur de la pale. Les aubes sont insérées avec l'angle requis. (18)



Figure15 : Compresseur (www.docplayer.fr)

Chambre de combustion :

La turbine à gaz V94.2 est équipée de deux chambres de combustion, montées verticalement sur les côtés de la turbine à gaz et connectées aux brides latérales de l'enveloppe extérieure de la turbine à gaz. Cette structure de la chambre de combustion offreune bonne accessibilité de toutes les composantes pour les inspections et, si nécessaire, montage et démontage facile. L'air fourni par le compresseur est chauffé à la température d'entrée de la turbine dans les chambres de combustion par la combustion des combustibles. Dans le tuyau de flamme, où les températures des gaz sont particulièrement élevées et la radiation des flammes très



Figure16 : Chambre de combustion (www.direns.miners-paristech.fr)

Importante, le revêtement en céramique est réalisé avec des carreaux aux bords bloqués est utilisé d'une manière très efficace. Les petits flux d'air de refroidissement pour refroidir les supports des carreaux simultanément agissent comme une barrière entre la structure derrière les carreaux et le flux de gaz chauds

La structure de gaz chauds entre le tuyau de la flamme et la turbine est conçue commeune enveloppe refroidie, à une seule couche de tôle en métal qui est capable de compenser l'expansion thermique par déformation. La conception de la chambre de combustion prévoit deux parcours de flux concentriques: un du compresseur aux chambres de combustion et l'autre des chambres de combustion à la turbine, avec des vitesses de flux relativement basses et donc en chute de pression minimale. L'enveloppe extérieure est conçue pour résister à la pression interne, tandis que l'enveloppe intérieure à une température élevée, l'air sous pression délivré par le compresseur passe autour du parcours des gaz chauds et l'enveloppe intérieure est refroidie par l'échange de chaleur. L'admission symétrique et la déflection des flux de gaz permettent une distribution uniforme de la température avec de petites différences de pression après les pales. Chaque chambre de combustion, équipée d'un revêtement(19) réfractaire, contient huitbrûleurs séparés qui fonctionnent avec le gaz et l'huile combustible

5-La turbine :

Les gaz chauds issus de la chambre de combustion se détendent dans une turbine à quatre étages. Cette opération est suivie par la création d'une grande quantité d'énergie mécanique faisant entraîner le rotor de la turbine à gaz.

En raison des contraintes thermiques et mécaniques importantes auxquelles elles sont

soumises, les aubes de la turbine sont réalisées à partir d'alliage résistant aux hautes températures. Puise que La température pénétrant dans la turbine environ de 1190°c.

Les aubes des trois premiers étages sont dotées d'un revêtement de protection contre la corrosion à haute température.

Les aubes fixes sont constituées d'un bandage extérieur, du pal et d'un bandage intérieur. Le bandage extérieur sert à maintenir l'aube dans le porte aube et constitue l'enveloppe extérieur de la veine des gaz chauds. Le bandage intérieur content la veine des gaz chauds vers l'intérieur et supporte l'étanchéité interne. (19)

Les quatre étages d'aubes fixes et les trois premiers étages d'aubes mobiles sont refroidis à l'air de refroidissement destiné à la turbine est prélevé aux étages appropriés du compresseur. Les aubes sont refroidies par film, par impact ou par convection, selon les étages de la turbine.



Figure17 : Vue extérieur de la turbine (www.diren.mines-paristech.fr)



Figure18 : les quatre étages de la turbine (www.diren.mines-paristech.fr)

5-1-Partie électrique :

L'Alternateur:

L'alternateur est une machine tournante son rôle est la transformation deL'énergie mécanique en énergie électrique.

L'alternateur est une machine « Génératrice de courant alternatif »Les alternateurs peuvent être :

- Polyphasés
- .Monophasés
- On distingue parmi les alternateurs :
- .Les alternateurs Basse Tension (220-380 V) utilisés principalement pour Groupes de secours
- Les alternateurs Haute tension dans les valeurs des tensions sont fonction Des puissances, utilisées dans les centrales électriques (20)



Figure19 : Alternateur (www.barrages éléctrique.com)

5-2-Les Caractéristiques Principales :

- Turboalternateur triphasé à deux pôles avec rotor lisse.
- Rotor directement couplé à la turbine.
- Enrôlement amortisseur du rotor.
- Ventilation en circuit fermé avec 4 échangeurs air-eau incorporés dans la carcasse.
- Auto-ventilation du stator et du rotor.
- Générateur expédié complètement assemble.
- Excitation de type statique
- Isolation d'enroulement stator de type Resin-Rich en barre individuelle.
- Règles, Standards CEI.
- Système de mise à la masse de l'arbre et d'isolation des paliers pour prévenir la circulation des courants d'arbre

5-3-Système gaz naturel :

Le combustible devant alimenter la centrale est le gaz naturel qui est délivré à la centrale au moyen d'un gazoduc.

Le système combustible gaz porte sur une station de détente avec un circuit gaz adéquat et fiable pour répondre aux exigences de fonctionnement des turbines à gaz pour tous les régimes de fonctionnement (21)



Figure20 : Poste de distribution du gaz principal(www.gazprom.fr)

5-4-Système fuel :

En cas d'avarie sur le combustible principal (gaz naturel), les TG de la centrale de Berrouaghia sont conçues pour fonctionner avec du fuel comme combustible de secours. Système fuel d'alimenter en combustible liquide la TG depuis les réservoirs de stockage jusqu'aux chambres de combustions de la TG .Les groupes diesels de secours et la motopompe incendie sont alimentés à partir des mêmes réservoirs de stockage (24)



Figure21 : Station finale de fuel (document SKB)

5-5-Stockage du combustible de secours :

La centrale est dotée d'une réserve de fuel qui lui donne une autonomie de 06 jours à pleine charge. Le débit de fonctionnement en pointe devra être le 105% du débit de fonctionnement en base.



Figure22 : Stockage fuel(service.totalenergies.fr)

6-Volet Sécurité Industrielle:

6-1-Système de Protection Anti-incendie:

Les objectifs des réseaux de lutte contre les incendies de la centrale SKB sont de :

❖ Protéger les stocks des hydrocarbures contre les incendies pour atténuer l'incendie et limiter sa propagation.

❖ Contrôler et éteindre le feu, minimisant ainsi un danger potentiel et limitant sa propagation possible à d'autres secteurs de l'usine. Le réseau anti-incendie du complexe est un réseau maillé, il est composé de deux réseaux autonomes et qui sont interconnectés en 03 endroits, il est constitué de :

- (02) bacs de stockage d'eau douce anti incendie, l'un d'une capacité de 3300 m3 et l'autre de 620 m3.
- (03) pompes incendie au niveau du pôle 1, dont (02) diesel et (01) électrique qui débitent 1400 m3 /h chacune. – (02) pompes incendie au niveau du pôle 2, dont (01) électrique de 1850 m3 /h et (01) diesel avec un débit de 4500m3 /h.
- (02) pompes incendie pour le méga-train, dont (01) électrique de 1135 m3 /h et (01) diesel avec un débit de 1136 m3 /h.

6-2-Moyens de protection:

Installations du méga-train: – Systèmes de déluges fixes anti-incendie Les systèmes de pulvérisation anti-incendie par déluges sont utilisés pour protéger les équipements critiques

Repère SKID	**Equipements protégés**
63-ML01	▪ **Compresseur HP MR et PR** ▪ **Compresseur BP MP et MR** ▪ **Compresseur fuel gaz**
63-ML02	▪ **Compresseur Hélium-riche** ▪ **Compresseur de recyclage de BOG**
63-ML03	▪ **Compresseur gaz d'alimentation** ▪ **Compresseurs PR externes**
63-ML04	▪ **Toutes les pompes de fractionnement**
63-ML05	▪ **Compresseur BOG**
	▪ **Package de réfrigération du BOG** ▪ **Bac de stockage GNL**
63-ML06	▪ **Bac de stockage propane** ▪ **Bac de stockage butane**
63-ML07	▪ **Sphère de stockage de la gazoline**

Tableau5: Tableau critique des éléments protégés(document central SKB)

6-3-Systèmes anti-incendie des enceintes des turbines à gaz :

Les systèmes d'extinction par le CO_2 sont utilisés pour la protection des enceintes des turbines à gaz.Les GTG (les turbines à gaz des 05 génératrices d'énergie électrique),

La turbine du compresseur de gaz d'alimentation, les turbines à gaz du compresseur fuel gaz et dupropane externe sont équipées chacun d'un double rack de bouteilles de CO_2.

Les turbines à gaz des compresseurs MR/PR sont équipées de tanks de CO_2 du fait du volume importantde la machine.

6-4-Système de détection Feux et Gaz (FGS):

Les principaux objectifs du système de détection feux et gaz (FGS) sont :

- Assurer une détection précoce des fuites de gaz dans les installations à risques et prendre lesdispositions appropriées.
- Garantir une détection précoce en cas d'incendie et ce, afin de permettre son extinctionautomatique et/ou manuelle et l'application des mesures appropriées.
- Alerter à temps tout le personnel sur l'existence du danger.

Equipements fournis pour la détection Feux et Gaz:

- Détecteurs de gaz, de feux et de fumées.
- Détecteurs infrarouge (IR) à chemin optique ouvert.
- Détecteurs d'H2.
- Détecteurs de flammes à infrarouge triple-bande.
- Détecteurs de basses températures.
- Détecteurs de chaleur.
- Déclencheurs manuels d'alarme incendie (Postes d'appels manuels) ou MAC.
- Alarmes sonores et visuelle
- Détecteurs d'oxygène.
- Extinction de feux dans l'enceinte de la turbine à gaz par du CO_2.
- Appareil de détection précoce de fumée (VESDA) dans les locaux techniques.
- Extinction de feux au gaz inerte IG55

6-5-Pour le personnel :

Des EPI spéciaux selon le cas :

Avant d'entrer dans tous les ateliers de l'entreprise, on trouve un tableau de rappel comme la figure au dessous :

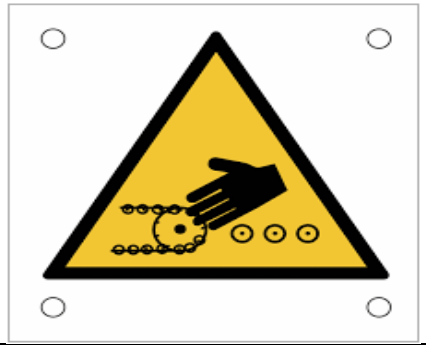
Exemples sur les EPI :

Format de l'EPI	Nom d'EPI
	Lunette de protection industrielle
	Gant industriel
	Gilet lumineux industriel :

	casque de protection industrielle
	anti bruit industriel
	Chaussure industrielle

Tableau6 : Tableau exemplaire des EPI

Exemples sur les plaques signalétiques :

plaque signalétique	signification
	Un entrainement mécanique
	Risque d'entrainement de la main a la jonction des convoyeurs
	Machine en mouvement

	Risque d'écrasement (Interdiction d'approcher les mains des rouleaux dentés)
	Protection obligatoire des mains
	Accès interdit

	Risque d'écrasement
	Machine en réparation

Tableau7 : Tableaux exemplaire des plaques signalétiques

- Des séminaires routiniers de sensibilisation des travailleurs pour les mettre a jour et les convaincre et rappeler que « safety first »
- Un numéro vert vers l'pompiers en cas l'incendie ou explosion
- Un numéro vert vers les pompiers ou SAMU en cas d'accident de travail grave (coupure de main, écrasement...)

Conclusion :

Grâce a la sortie au niveau de terrain et a l'occasion du projet de fin d'étude, on a appris beaucoup d'informations sur la centrale SKB et voir des différents installations complexe et simple et surtout les dangers et les risque au niveau d'exploitation de la turbine dans ces deux cas avec gaz ou avec gas-oil et voir les mesures de sécurités au niveau d'exploitation (machines, système…) et au niveau de personnel.

Dans le monde entier, il y a pas un système et des mesures de sécurités parfaites, mais dans le cas de l'entreprise SKB, et en tant que nous sommes des ingénieurs HSE, on constate que les mesures sont suffisantes et fiable, la preuve depuis le début d'exploitation jusqu'à maintenant, il y avait juste un accident au niveau de hangar de stockage des filtres a air, cet accident c'est un incendie avec zéro dégât personnel et corporel et des pertes de 100 cartons de filtres a cause de l'insuffisance de l'espace donc le stockage était en hauteur, et un court de circuit au niveau des lampes.

Y a aucun changement, la même méthode de stockage jusqu'à aujourd'hui, pour éviter de répéter le même accident, il doivent ouvrir des nouveaux hangares de stockages pour libérer de l'espace pour éviter l'accumulation des cartons inflammables et aussi régénérer le système d'électricité chaque 6 mois.

Dans cette centrale, y avait aucun accident mécanique grâce aux mesures de sécurités et les systèmes de sécurités dans les turbines porté par SIEMENS.

Chapitre 04

Prévention et protection contre le risque mécanique

Introduction :

Ce chapitre s'adresse aux entreprises qui conçoivent, rénovent ou modifient des équipements de travail. Elle traite uniquement de la prévention des risques mécaniques liés aux éléments mobiles des machines fixes (les risques spécifiques aux machines mobiles et aux engins de levage ne sont pas abordés). Elle a pour objectif de faciliter le choix des mesures de prévention.

Elle se base sur les phénomènes dangereux mécaniques identifiés comme pertinents, qui nécessitent, d'après l'appréciation du risque préalablement effectuée, une action spécifique du concepteur pour éliminer ou réduire le risque associé.

D'autres mesures de prévention doivent être mises en œuvre pour améliorer la sécurité des opérateurs. Il s'agit :

- ✓ de mesures organisationnelles ;
- ✓ de la formation et de l'information des opérateurs ;
- ✓ de l'emploi d'équipements de protection individuelle, si nécessaire.

1-Définitions :

Machine :

Ensemble équipé ou destiné à être équipé d'un système d'entraînement autre que la force humaine ou animale appliquée directement, composé de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et qui sont réunis de façon solidaire en vue d'une application définie.

Le terme « machine » désigne aussi un ensemble de machines qui, afin de concourir à un même résultat, sont disposées et commandées de manière à être solidaires dans leur fonctionnement.

Éléments mobiles :

Éléments mobiles concourant au travail :

Il s'agit des éléments mobiles qui contribuent à agir sur la matière à travailler, à serrer ou transporter, tels qu'un mandrin et son outil, les mors de serrage d'un étau, un tapis de convoyage de pièces, des cylindres de laminage ou d'impression, un bras de malaxage, etc.

Éléments mobiles de transmission :

Il s'agit des éléments mobiles, tels que poulies, courroies, engrenages, crémaillères, arbres de transmission, vérins, roues, galets, pièces mobiles des dispositifs de guidage, etc., qui transmettent l'énergie mécanique aux éléments mobiles concourant au travail

Phénomène dangereux :

Source potentielle de dommage. Le phénomène dangereux envisagé dans cette définition :

- Ou bien est présent en permanence pendant l'utilisation normale de la machine (par exemple, déplacement d'éléments mobiles dangereux, arc électrique pendant une phase de soudage ; mauvaise posture, émission de bruit, température élevée) ;
- Ou bien peut apparaître de manière inattendue (par exemple, explosion, risque d'écrasement résultant d'une mise en marche intempestive/inattendue, projection résultant d'une rupture, chute résultant d'une accélération ou d'une décélération).

Phénomène dangereux pertinent :

Phénomène dangereux identifié comme existant sur une machine ou associé à une machine.

Phénomène dangereux significatif :

Phénomène dangereux identifié comme pertinent et qui nécessite, d'après l'appréciation du risque, une action spécifique du concepteur pour éliminer ou réduire le risque.

Risque :

Combinaison de la probabilité d'un dommage et de la gravité de ce dommage.

Mesure de prévention :

Mesure destinée à réduire le risque, mise en œuvre :

- Par le concepteur (prévention intrinsèque, protection et mesures de prévention complémentaires, informations pour l'utilisation) ;
- Et/ou par l'utilisateur (organisation : méthodes de travail sûres, surveillance, système du per- mis de travailler ; fourniture et utilisation de moyens de protection supplémentaires ; utilisation d'équipements de protection individuelle ; formation).

2-Stratégie pour le choix de mesures de prévention :

2-1-Démarche d'appréciation du risque :

Cette démarche a pour principal objectif d'identifier de la façon la plus exhaustive possible tous les phénomènes dangereux d'un équipement de travail.

Pour cela, elle doit être réalisée dans chacune des phases de vie de l'équipement étudié (conception, transport, assemblage et installation, exploitation, maintenance, démontage et mise au rebut), ainsi que dans chacun des modes de fonctionnement prévus (automatique, réglage, manuel, etc.).

Une fois cette identification réalisée, cette démarche propose des outils pour les hiérarchiser et ainsi permettre de définir, pour chacun d'eux, des objectifs en termes de réduction du risque



Appréciation du risque

Détermination des limites de l'équipement

Identification des risques et des situations dangereuses associées
Estimation + Evaluation des risques

Dentition des objectifs de sécurité

2-2-Démarche de réduction du risque :

L'objectif de cette démarche est d'éliminer ou de réduire, dans la mesure du possible et compte tenu de l'état de la technique, tous les phénomènes dangereux significatifs.

Dans le cas qui nous intéresse (domaine mécanique), il s'agit uniquement des différents phénomènes dangereux d'origine mécanique.

De même que précédemment, la démarche à suivre doit être mise en œuvre dans chaque mode de fonctionnement du fait que :

- Les phénomènes dangereux peuvent être différents selon le mode. Par exemple, une machine peut, selon le mode de fonctionnement, nécessiter la mise en service ou non d'éléments chauffants (présence ou non du phénomène dangereux lié à l'énergie thermique pouvant en- traîner un risque de brûlure) ;
- Pour un même phénomène dangereux, les moyens de protection peuvent également être différents selon le mode. Par exemple, dans le cas d'une zone robotisée, s'il est envisageable d'en interdire complètement l'accès en marche normale, il n'en est pas de même en mode apprentissage ;
- Un moyen de protection pour un mode de fonctionnement peut se révéler être une source de dommage dans un type d'intervention telle que la maintenance. Par exemple, le fait d'éloigner un élément de transmission en le plaçant en hauteur afin qu'il soit hors de portée de

l'opérateur en marche normale peut devenir source de danger en cas de maintenance (risque de chute).

Dans les principes d'intégration de la sécurité, la directive « Machines» 2006/42/CE précise que le fabricant doit appliquer les principes suivants dans l'ordre indiqué (trois étapes) :

- Éliminer ou réduire les risques dans toute la mesure du possible (intégration de la sécurité à la conception et à la construction de la machine) ;
- Prendre les mesures de protection nécessaires vis-à-vis des risques ne pouvant être éliminés ;
- Informer les utilisateurs des risques résiduels dus à l'efficacité incomplète des mesures de protection adoptées, indiquer si une formation particulière est requise et signaler s'il est nécessaire de prévoir un équipement de protection individuelle.

Ce paragraphe traite des deux premières étapes. La deuxième étape, « prendre des mesures de protection nécessaires vis-à-vis des risques ne pouvant être éliminés», est détaillée selon l'ordre suivant :

✓ Moyens de protection ;
✓ Mesures de protection compensatoires ;
✓ Mesures complémentaires.

Les données d'entrée sont les phénomènes dangereux significatifs. À titre indicatif, le chapitre suivant liste les principaux phénomènes dangereux d'origine mécanique pour lesquels des solutions de prévention sont ensuite proposées.

La première étape de cette démarche consiste à :

Rechercher des mesures de prévention intrinsèque qui vont permettre, soit de supprimer le phénomène dangereux, soit de réduire les risques associés. Ces mesures se distinguent par le fait qu'elles sont par conception incluses dans les caractéristiques géométriques, physiques, mécaniques, etc. de l'équipement. Bien que, par définition, elles relèvent plus du domaine de la conception, certains principes de prévention intrinsèque, tels que ceux présentés au fur et a mesure, peuvent également être appliqués lors de la modification de machines en service

La deuxième étape consiste à :

- Mettre en place des moyens de protection vis-à-vis des différents phénomènes dangereux qui n'auront pas été supprimés lors de l'étape précédente, ces moyens de protection peuvent

être des protecteurs fixes, des protecteurs mobiles, des dispositifs de protection (barrages immatériels, laser, tapis sensibles, etc.), des dispositifs de maintien à distance (grille, commande bimanuelle, etc.). Bien entendu, le choix d'un moyen de protection doit être fait en fonction :

✓ Du risque existant (par exemple, un barrage immatériel est inefficace vis-à-vis d'un risque de projection),

✓ De la nature des éléments à protéger. Pour les éléments mobiles de transmission, l'objectif visé est en effet d'en interdire totalement l'accès, alors que pour les éléments mobiles concourant au travail, ceux-ci peuvent ne pas être complètement inaccessibles, en raison des opérations qui nécessitent l'intervention de l'opérateur ;

- Utiliser, si les moyens de protection cités précédemment ne peuvent pas être mis en place, des mesures de prévention compensatoires (vitesse lente, commande à action maintenue, etc.). Ces mesures ne protègent pas directement d'un phénomène dangereux, mais elles permettent d'éviter des situations dangereuses imminentes ou en train de se produire (par exemple, une vitesse lente associée à une commande à action maintenue n'empêchera pas l'accès à une zone dangereuse mais permettra d'éviter le dommage ou de limiter sa gravité).
- Enfin, mettre en œuvre si nécessaire des mesures complémentaires, telles qu'arrêt d'urgence, moyens de consignation, dispositifs d'alerte, etc.

Une dernière étape de cette démarche fournit toutes les informations et instructions nécessaires afin de prendre les mesures organisationnelles et les actions de formation adaptées pour que l'équipement soit installé, réglé, utilisé, maintenu et démonté correctement. Elles doivent être réalistes, en tenant compte du contexte d'emploi et de ses contraintes, ainsi que des situations anormales prévisibles.

Lorsque des risques résiduels subsistent, le fabricant doit en avertir l'utilisateur de façon explicite. Il doit apposer les avertissements appropriés sur la machine : il peut notamment utiliser des pictogrammes compréhensibles par tous. Si nécessaire, il indique dans la notice d'instructions quels équipements de protection individuelle et/ou quelles mesures organisationnelles sont nécessaires.

Bien que cette dernière étape ne fasse pas partie du périmètre de ce paragraphe, nous rappelons que la conception des informations pour l'utilisation fait partie intégrante de la démarche de réduction du risque et qu'en cas de modification de tout ou partie d'une machine, ces informations doivent impérativement être mises à jour.

3-Identification des phénomènes dangereux d'origine mécanique :

Les phénomènes dangereux d'origine mécanique correspondent à l'ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machine, d'outils, de pièces, de charges, de projections de matériaux solides ou de fluides.

Ils peuvent être qualifiés de manière à faire apparaître la nature du dommage potentiel, on parlera alors de

- Risque d'écrasement ;
- Risque de cisaillement, de coupure ou de sectionnement ;
- Risque de happement, d'enroulement, d'entraînement, d'engagement ou d'emprisonnement ;
- Risque de chocs avec des éléments solides ou des fluides sous pression ;
- Risque de perforation ou de piqûre ;
- Risque d'abrasion ;
- Risque d'injection de fluide sous pression.

Ces phénomènes dangereux sont conditionnés notamment par les facteurs suivants :

- Forme (éléments coupants, arêtes vives, pièces de forme aiguë, même pour des éléments im- mobiles) ;
- Disposition relative, qui peut engendrer des zones d'écrasement, de cisaillement, de happement, quand des éléments sont en mouvement ;
- Résistance au renversement (compte tenu de l'énergie cinétique) ;
- Masse et stabilité (énergie potentielle d'éléments qui peuvent se déplacer sous l'effet de la pesanteur) ;
- Masse et vitesse (énergie cinétique d'éléments en mouvement contrôlé ou incontrôlé) ; accélération/décélération ;
- Insuffisance de la résistance mécanique, qui peut engendrer des ruptures ou des éclatements dangereux ;
- Énergie potentielle d'éléments élastiques (ressorts) ou de liquides ou de gaz sous pression ou sous vide ;
- Environnement de travail

Exemples illustrant différents phénomènes dangereux d'origine mécanique

Pour chaque exemple ne sont repris que les phénomènes dangereux les plus représentatifs

4-Mesures de prévention intrinsèque :

Mesure de prévention qui, en modifiant la conception ou des caractéristiques de fonctionnement de la machine et sans faire appel à des moyens de protection, élimine des phénomènes dangereux ou réduit le risque lié à ces phénomènes.

Certains principes de prévention intrinsèque, tels que ceux présentés ci-après, peuvent également être appliqués lors de la modification de machines en service bien que cela soit générale- ment plus difficile. Il s'agit par exemple :

- D'éloigner les phénomènes dangereux afin de les rendre inaccessibles des opérateurs ;
- D'augmenter, ou de diminuer, les espaces entre des éléments en mouvement afin d'éviter les risques d'écrasement ;
- De limiter les énergies (efforts, vitesse, masse, etc.) des phénomènes dangereux ;
- De supprimer les arêtes vives, les angles vifs, les pièces saillantes et/ou accessibles aux opérateurs.

4-1-Éloignement des phénomènes dangereux :

La suppression de la plupart des risques d'origine mécanique peut être obtenue par construction en respectant des distances de sécurité minimales. Le respect de ces distances de sécurité permet de maintenir la zone dangereuse éloignée du corps humain ou d'une partie du corps humain. En conséquence, les principaux facteurs à prendre en compte pour une protection efficace sont :

- Les dimensions anthropométriques du corps humain et des différentes parties du corps humain ;
- Les dimensions des zones dangereuses ;
- Les dimensions des ouvertures ;
- Le niveau de risque – grave (lésions non réversibles) ou faible (lésions réversibles).

4-2-Atteinte par les membres supérieurs vers le haut (nf En ISO 13857) :

Les phénomènes dangereux peuvent être considérés hors d'atteinte d'un opérateur s'ils sont éloignés à plus de 2,70 m vers le haut sans possibilité d'accès (escalade, par exemple).

Pour les risques faibles, c'est-à-dire n'entraînant pas de lésions irréversibles, cette valeur peut être réduite à 2,50 m.

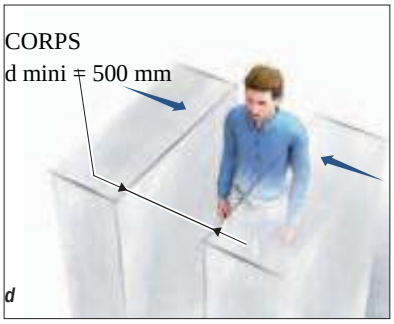
4-3-Atteinte par le dessous :

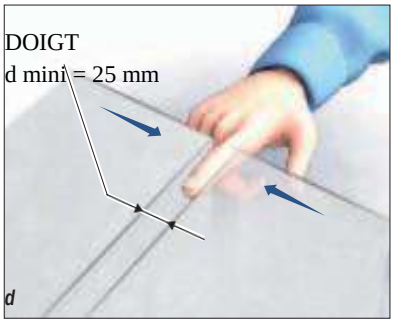
Pour dissuader l'accès par-dessous, il faut limiter l'espace libre entre le bâti machine et le sol. Dans le cas où le bâti ne descend pas jusqu'au sol,

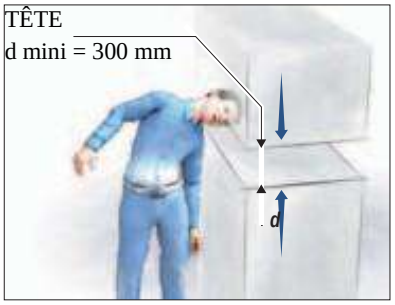
4-4-Écartements minimaux pour éviter le risque d'écrasement :

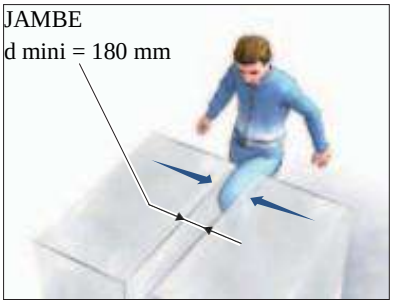
4-4-1-Dispositions générales :

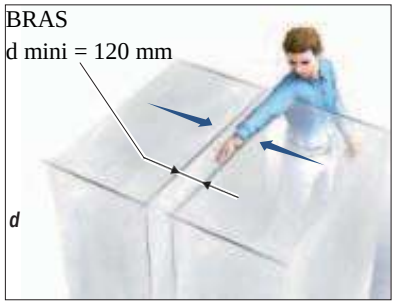
Les phénomènes dangereux d'écrasement et de cisaillement peuvent être intrinsèquement évités en respectant un écartement minimal entre les pièces en mouvement, de sorte que la partie du corps considérée puisse prendre place sans risque dans l'espace ainsi créé.

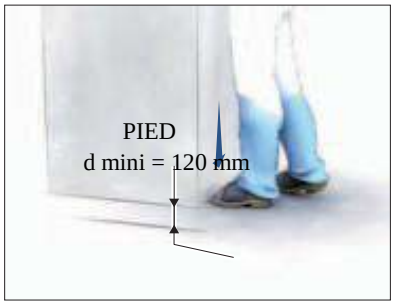


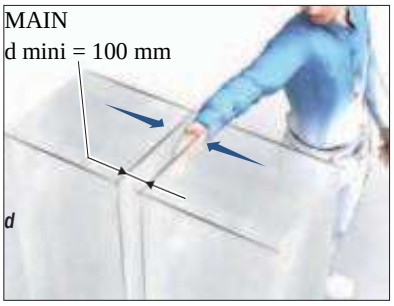


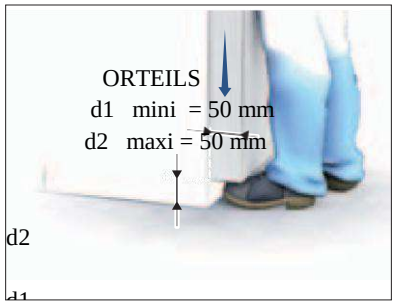












4-4-2-Zones de convergence :

En plus du respect des distances de sécurité minimales précédemment définies, des dispositions particulières peuvent être prises pour la protection contre les risques propres aux zones de convergence

4-4-2-1-Paire de cylindres sans contact : Le bras, qui pénètre dans la zone de l'intervalle libre entre les deux cylindres lisses de faible diamètre, peut être entraîné si celui-ci est inférieur à 120 mm



4-4-2-2-Cylindre et autres parties : Il est possible de rendre inaccessibles les zones d'entraînement et d'écrasement par la conception des bâtis par rapport aux zones de convergences

Limitation de l'accès

$e \leq 8$ mm

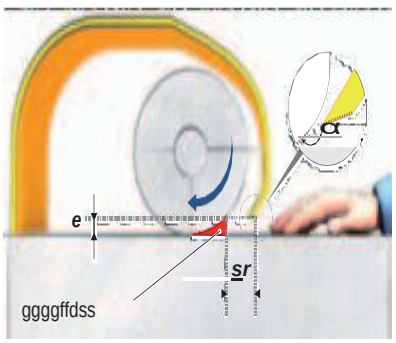
$sr \geq 20$ mm

Note : Se référer au tableau du chapitre 6.2.2 pour plus de détail sur la distance de sécurité (sr) en fonction de la dimension (e) de l'ouverture.

Facilitation du retrait des doigts

$\alpha > 90°$

Un angle (α) aigu rend plus difficile le retrait des doigts de la main. Tenir compte d'autres facteurs augmentant le danger : rugosité, vitesse, etc.



4-4-3-Limitation des efforts et de l'énergie :

Ce principe de protection par limitation des efforts et de l'énergie à des valeurs non dangereuses ne peut être utilisé que dans le cas où les caractéristiques de l'actionneur sont suffisantes pour assurer la fonction requise (poussée, serrage, fermeture, etc.).

5-Choix d'un moyen de protection :

5-1-Généralités :

Il existe deux grandes familles de moyens de protection :

- Les protecteurs ;
- Les dispositifs de protection.

Les protecteurs sont constitués de trois familles :

- Les protecteurs fixes
- Les protecteurs mobiles
- Les protecteurs réglables

Les dispositifs de protections sont des moyens de protection autres que des protecteurs, par exemple :

- Les dispositifs de verrouillage
- Les dispositifs de détection des personnes
- Les dispositifs de commandes bimanuelles.

Le choix d'un de ces moyens de protection est essentiellement fonction :

- Du type des éléments mobiles (éléments mobiles de transmission ou éléments mobiles concourant au travail) ;
- De la nature du risque (risque de projection, par exemple) ;
- De la fréquence d'accès à la zone dangereuse ;
- Du temps d'arrêt des éléments dangereux ;
- De la nécessité d'accéder à proximité de la zone dangereuse avec maintien des énergies ou non.

La fréquence des accès concerne aussi bien les accès pour les réglages, la maintenance, que pour les opérations de production. Un accès au moins une fois par jour ou par poste sera jugé fréquent.

5-2-Choix d'un moyen de protection vis-à-vis des éléments mobiles de transmission :



Par exemple, pour un accès dédié au réglage d'une transmission en cours de fonctionnement. Dans ce cas, un protecteur mobile sera nécessaire. Une fois celui-ci ouvert, la machine pourra redémarrer protecteur neutralisé, sous conditions telles qu'à vitesse lente et avec une commande à action maintenue (un sélecteur est nécessaire pour passer dans ce mode de fonctionnement).

Pour éviter, par exemple, une perte de production ou une casse d'outil par ouverture inopinée du protecteur.

5-3-Choix d'un moyen de protection vis-à-vis des éléments mobiles concourant au travail :

Le choix d'un moyen de protection des éléments mobiles concourant au travail est illustré par le logigramme ci-contre, de sorte à les rendre complètement inaccessibles lorsqu'ils sont en mouvement.

Toutefois, lorsque les éléments mobiles concourant au travail ne peuvent être rendus complètement inaccessibles pendant leur fonctionnement en raison des opérations qui nécessitent les interventions de l'opérateur, ces éléments doivent être munis :

- De protecteurs fixes, ou de protecteurs mobiles associés à un dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage, empêchant l'accès aux éléments mobiles dans les zones où ils ne travaillent pas ;

- et de protecteurs réglables sans outil, limitant l'accès aux parties des éléments mobiles auxquelles il est nécessaire d'accéder pour effectuer le travail.



6-Protecteurs :

6-1-Généralités :

Selon la norme NF EN ISO 12100-1, un protecteur est une barrière physique, conçue comme un élément de la machine, et qui assure une fonction de protection vis-à-vis d'un ou plusieurs phénomènes dangereux. Cette fonction ne peut être assurée que lorsque le protecteur est en position fermée.

En fonction de sa conception, de son utilisation, un protecteur peut également être appelé carter, blindage, couvercle, écran, porte, enceinte.

En plus de réduire autant que possible l'accès aux zones dangereuses, les protecteurs doivent être conçus, réalisés et disposés de manière à :

- Permettre les interventions courantes de réglage, de graissage et de maintenance sans avoir à les ouvrir ou les démonter ;
- Offrir une visibilité suffisante du processus ;
- Limiter les efforts physiques de l'opérateur pour leur manipulation (poids, forme, dispositifs de préhension, assistance mécanique, etc.) ;

- Résister aux risques potentiels de projections d'éléments (fragments d'outils ou pièces) ou de substances dangereuses (liquide de refroidissement, vapeurs, gaz, copeaux, étincelles, poussières, etc.) ;
- Résister à l'oxydation et à la corrosion prévisibles générées par le produit, le processus ou l'environnement (fluides d'usinage, agents de nettoyage, utilisation en extérieur, etc.) ;
- Atténuer les émissions de nuisances physiques (bruits, vibrations, rayonnements, etc.) ;

De même, les protecteurs ne doivent pas générer par eux-mêmes d'autres phénomènes dangereux. Ainsi ils doivent :

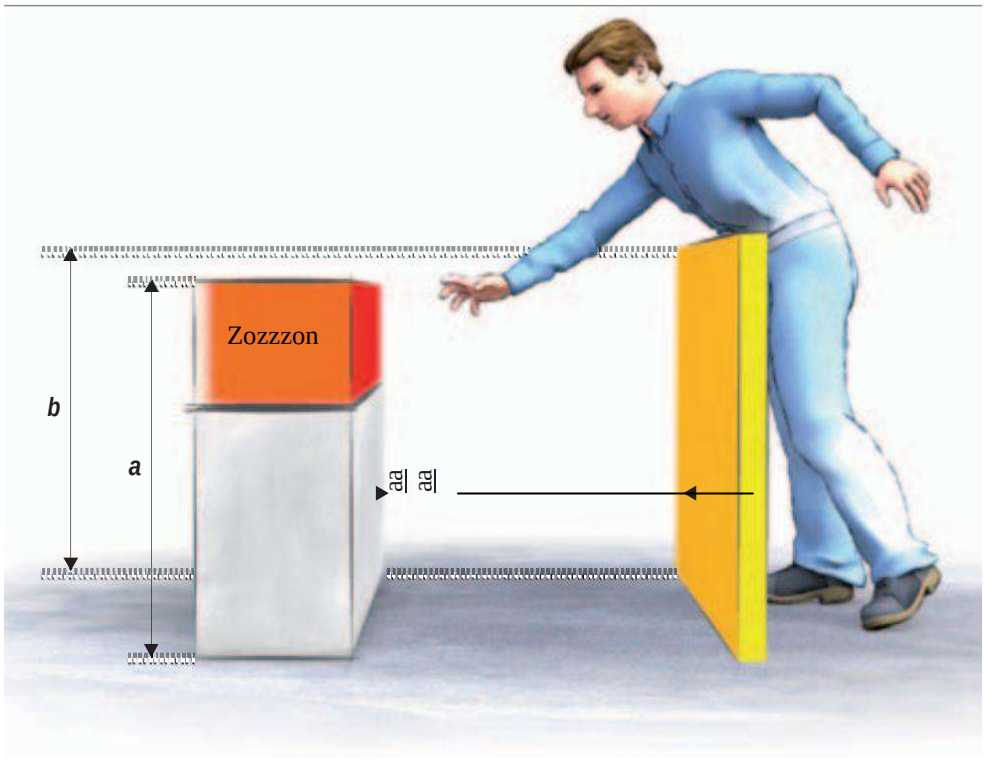
- Etre exempts d'arêtes et angles vifs ou autres saillies ;
- Ne pas créer de zone d'écrasement ou d'emprisonnement ;
- Ne pas engendrer de risque d'incendie ou d'explosion par accumulation de poussières ou de particules et charges électrostatiques.
- Ne pas engendrer de risque en matière d'hygiène, par rétention d'éléments ou de produits, par exemple, de particules d'aliments ou de fluides stagnants.

Selon le type d'élément mobile, la fréquence d'accès, le nombre et la localisation des phénomènes dangereux, les protecteurs peuvent être fixes, mobiles ou réglables

6-2-Distance de sécurité :

Les protecteurs destinés à empêcher l'accès aux zones dangereuses doivent être conçus, réalisés et disposés de manière à empêcher toutes les parties du corps de les atteindre.

6-2-1-Atteinte par le dessus :



6-2-2-Atteinte au travers d'ouvertures :

Ce paragraphe indique la distance minimale à respecter pour éviter l'accès des membres supérieurs (doigt, main, bras) et inférieurs (orteil, pied, jambe) à un phénomène dangereux en passant au travers d'ouvertures d'une protection ou d'une partie de machine.

Inversement, si la distance entre l'obstacle et le phénomène dangereux est fixée, ce tableau peut également être utilisé pour dimensionner les ouvertures.

Cette distance est fonction de la forme de l'ouverture et de sa dimension. Celle-ci correspond au côté d'une ouverture carrée, au diamètre d'une ouverture circulaire et à la plus petite dimension d'une ouverture en forme de fente.

Dans le cas d'une ouverture irrégulière, la distance à retenir est la plus faible des trois distances déterminées à partir des dimensions déduites du diamètre de la plus petite ouverture circulaire, du côté de la plus petite ouverture carrée et de la largeur de la fente la plus étroite dans lesquelles l'ouverture irrégulière peut être inscrite complètement.

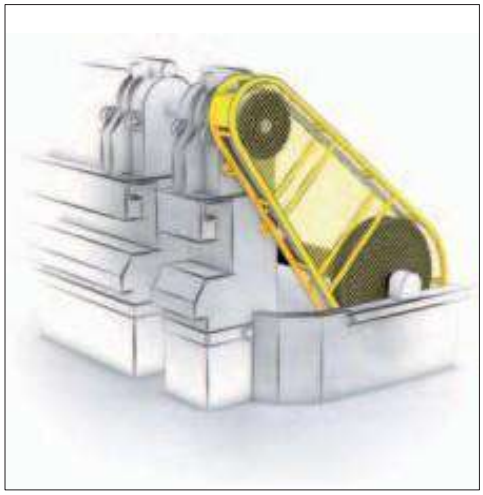
6-3-Protecteur fixe :

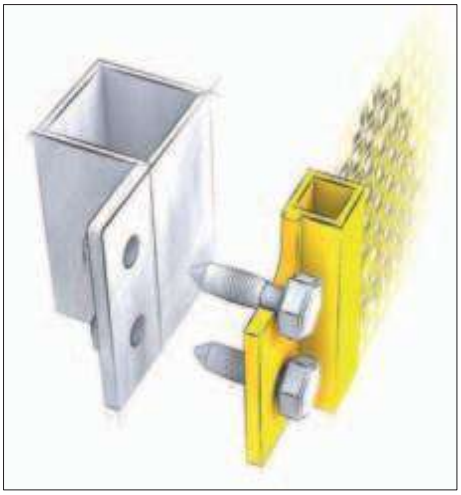
Il s'agit d'un protecteur fixé de telle manière (par exemple au moyen de vis ou d'écrous) qu'il ne puisse être ouvert ou démonté qu'à l'aide d'outils.

Les moyens de fixations doivent rester solidaires du protecteur ou de la machine, ce qui évite leur perte et que le protecteur ne soit pas remonté ou mal monté (fixation imperdable). Un protecteur fixé avec des rivets n'est admissible que s'il n'est pas susceptible d'être démonté par l'utilisateur.

Dans la mesure du possible, il ne doit pas pouvoir rester en place en l'absence de ses fixations.

Exemples de protecteurs fixes constitués de grillage et de cornières, empêchant l'accès au mécanisme de transmission et munis de fixations imperdables





Facteurs à prendre en compte : fixations, robustesse, rigidité, vibrations, bruit, vision, dimensions des ouvertures éventuelles, position par rapport aux éléments dangereux, etc.

6-4-Protecteur mobile :

C'est un protecteur pouvant être ouvert sans l'aide d'outils et restant, si possible, solidaire de la machine lorsqu'il est ouvert. Il doit être associé à un dispositif de verrouillage ou d'inter verrouillage délivrant un ordre d'arrêt des éléments dangereux dès lors qu'il n'interdit pas l'accès à la zone dangereuse

Facteurs à prendre en compte :

En complément de ceux applicables aux protecteurs fixes, il convient de prendre en compte :

- les efforts nécessaires à leur maniement ;
- la zone de débattement du protecteur ;
- le risque d'emprisonnement si le protecteur se referme ;
- les risques de coincement et d'écrasement lors de la manipulation ;
- les principes ergonomiques ;

6-5-Protecteur réglable sans outil :

Il s'agit d'un protecteur fixe ou mobile qui est réglable dans son ensemble ou qui comporte des parties réglables. Selon le cas, le réglage demeure fixe ou s'effectue automatiquement en cours d'opération

Leur utilisation est nécessaire dès lors qu'il est impossible d'empêcher l'accès aux parties mobiles concourant au travail en raison des opérations qui nécessitent l'intervention de l'opérateur pendant leur fonctionnement (par exemple : affûtage sur un touret à meuler, sciage de bois sur une scie à format).

Facteurs à prendre en compte :

- Conception du protecteur (fixation, résistance, vision, matériau, etc.)
- Protecteur ne devant pas pouvoir être facilement déposé (butées, etc.)
- Dimensions des ouvertures éventuelles du protecteur
- Principes ergonomiques
- Facilité de réglage pour éviter les contacts en zone dangereuse









6-6-Protecteur commandant la mise en marche :

Il s'agit d'un protecteur associé à un dispositif de verrouillage, qui déclenche la ou les fonctions dangereuses de la machine lorsqu'il atteint la position fermée, sans qu'il soit nécessaire d'actionner une commande séparée de mise en marche.

7-Dispositifs de protection :

7-1-Généralités :

Selon la norme NF EN ISO 12100, les dispositifs de protection regroupent tous les moyens de protection autres que les protecteurs.

Dès lors que ces dispositifs sont mis isolément sur le marché, ce sont des composants de sécurité au sens de la directive « Machines ». Aux fins de la directive, on entend par « composant de sécurité », un composant :

- qui sert à assurer une fonction de sécurité ;
- qui est mis isolément sur le marché ;

Dont la défaillance et/ou le mauvais fonctionnement met en danger la sécurité des personnes, et qui n'est pas indispensable au fonctionnement de la machine ou qui peut être remplacé par d'autres composants permettant à la machine de fonctionner

Chaque dispositif doit également être accompagné d'une notice d'instructions établie par le fabricant. Elle doit être rédigée dans la langue originale mais aussi dans la ou les langues du pays d'utilisation. Ce document est extrêmement utile pour l'utilisateur car il précise les caractéristiques fonctionnelles et les limites d'emploi du dispositif.

La notice doit également mentionner de façon claire et précise les instructions de mise en service, d'utilisation, d'installation et de réglage. Il est particulièrement important que la méthode d'inter- connexion du dispositif avec le système de commande de la machine soit détaillée (alimentation, fonctions tests, câblage des sorties, etc.) afin de garantir le niveau de sécurité attendu.

Enfin elle doit, si nécessaire, attirer l'attention sur les contre-indications d'emploi du composant de sécurité. L'ensemble de ces instructions doivent être respectées par l'installateur.

7-2-Dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage :

Les dispositifs de verrouillage et d'inter verrouillage peuvent être mécaniques, électriques, pneuma- tiques ou d'une autre technologie. Ils sont généralement associés à des protecteurs mobiles afin d'empêcher certaines fonctions dangereuses de la machine de s'accomplir tant que ceux-ci ne sont pas fermés.

Pour la réalisation de ces dispositifs de verrouillage, il est généralement fait appel aux composants de sécurité suivants :

- un ou plusieurs détecteurs de position ;
- un contrôleur de discordance (dans le cas où plusieurs détecteurs de positions sont utilisés).

En plus de ces éléments, les dispositifs d'interverrouillage nécessitent :

- un dispositif de blocage du protecteur ;
- un dispositif de temporisation ou de détection d'arrêt.

7-2-1-Dispositifs de verrouillage :

Lorsqu'un protecteur est muni d'un dispositif de verrouillage, un ordre d'arrêt des fonctions dangereuses « couvertes » par ce protecteur est donné dès que celui-ci n'est plus en position fermée. Avec un dispositif de verrouillage, le protecteur a deux états fonctionnels : ouvert et fermé.

Par ailleurs :

- La fermeture du protecteur ne doit pas à elle seule provoquer la mise en marche d'éléments dangereux, sauf à certaines conditions .Le dispositif de verrouillage sera conçu suivant l'appréciation du risque ;
- Le temps d'arrêt des éléments mobiles doit être inférieur au temps d'accès à la zone dangereuse

7-2-2-Dispositifs d'interverrouillage :

Lorsqu'un protecteur est muni d'un dispositif d'inter verrouillage :

- Les fonctions dangereuses de la machine « couvertes » par ce protecteur ne peuvent pas s'accomplir tant que le protecteur n'est pas fermé et bloqué ;
- Le protecteur reste bloqué en position fermée tant que le risque est présent (temps d'arrêt des éléments mobiles, de refroidissement d'éléments chauffants, extraction d'atmosphère délétère, etc.) ;
- La fermeture et le blocage du protecteur ne doivent pas à eux seuls provoquer de phénomènes dangereux (redémarrage de mécanismes par exemple).

Avec un dispositif d'inter verrouillage, le protecteur a donc trois états fonctionnels : fermé et bloqué, fermé et débloqué, ouvert.

7-3-Interrupteurs de position:

Les dispositifs de verrouillage sont généralement composés d'un ou plusieurs interrupteurs de position et, pour les dispositifs d'interverrouillage, d'un dispositif de blocage.

7-3-1-Manœuvre positive d'ouverture :

On dit qu'un interrupteur de position est à manœuvre positive d'ouverture lorsque la séparation des contacts résulte directement d'un déplacement défini de l'organe de commande de l'interrupteur transmis par des pièces non élastiques.

7-3-2-Commande positive :

On dit qu'un interrupteur de position est à commande positive lorsque l'ouverture du protecteur entraîne inévitablement l'organe de commande du détecteur de position, par contact direct ou par l´intermédiaire d'éléments rigides.

En ce sens, ces principes de manœuvre positive d'ouverture et d'actionnement suivant le mode positif sont considérés comme des principes de sécurité éprouvés.

Seules les défaillances externes (rupture du galet de contact, démontage du protecteur ou de l'interrupteur), donc détectables visuellement, peuvent entraîner la perte de la fonction de sécurité. La came ou la rampe actionnant l'interrupteur doit être immobilisé durablement pour éviter tout déplacement accidentel. Elle doit donc être soudée, rivée ou goupillée par exemple.

7-4- Interrupteurs de position à commande mécanique : Un interrupteur de position à commande mécanique se compose essentiellement de trois éléments :

- L'organe de commande. Celui-ci doit être aussi simple que possible et actionné suivant un mode positif (commande positive) ;
- L'enveloppe. Elle doit permettre une fixation indéréglable de l'interrupteur. Elle doit être de type double isolement ou avec borne de mise à la terre, avoir un degré de protection minimale
- l'élément de contact. Il est préconisé de retenir les dispositifs à manœuvre positive d'ouverture.

7-5-Interrupteurs à clés :

Certains interrupteurs de position mécaniques sont munis d'un organe de commande qui ne peut être normalement actionné que par une clé spéciale (forme ou codage électronique) rendue solidaire du protecteur.

Cette caractéristique confère à l'interrupteur une certaine immunité contre les manœuvres de contournement de la sécurité. Certains constructeurs proposent une forme de clé ou un codage par interrupteur.

La tête de commande peut être orientable, offrant ainsi plusieurs possibilités de montage de l'inter- rupteur par rapport au protecteur mobile sur lequel la clé est montée. Le plus souvent,

la pénétration de la clé est rectiligne ou légèrement curviligne en fonction des tolérances d'alignement prévues. Il existe également des têtes de commande spécialement conçues pour être adaptées à des protecteurs pivotants. Ce type d'interrupteur peut également intégrer d'autres fonctionnalités, telles que la possibilité de consignation locale, le montage sur des machines vibrantes, etc.

Du fait de l'existence d'un orifice pour l'introduction de la clé, ce type de détecteur peut présenter des risques de colmatage en présence de poussières ou de particules de bois. Ce défaut n'a pas d'action directe sur la sécurité mais sur la disponibilité des équipements et peut à terme conduire à l'enlèvement de ces interrupteurs. On choisira dans ce cas des interrupteurs avec des orifices débouchant

7-6-Interrupteurs rotatifs : Ces interrupteurs sont spécifiquement conçus pour les protecteurs pivotant. Ils se fixent directe- ment sur l'axe d'articulation.

Il offre ainsi une forte immunité contre les manœuvres de contournement de la sécurité.

Avec ce type de détecteur, il est important de s'assurer que l'angle d'ouverture permis avant d'actionner les contacts (généralement entre 3° et 15°) ne permet pas un accès à la zone dangereuse.

7-7-Interrupteurs de position à commande non mécanique (magnétiques, inductifs) : Avec ce type d'interrupteurs, faciles à installer et à entretenir, il n'y a plus de liaison mécanique entre les éléments de contacts et l'organe de commande (aimant, cible métallique). Ils ne sont donc pas à manœuvre positive d'ouverture. Néanmoins, il est possible d'assurer une fonction de verrouillage à l'aide de ce type de détecteur en satisfaisant aux exigences suivantes :

- Appliquer le principe de redondance par l'emploi d'un contact normalement ouvert et d'un contact normalement fermé ;
- Réaliser avec ces deux contacts un contrôle de discordance, ce qui permet également :
    - — d'améliorer le degré d'« inviolabilité »,
    - — de maîtriser les caractéristiques électriques de fonctionnement du détecteur magnétique ;
- Utiliser un organe de commande (aimant, cible) codé, spécifique au détecteur, afin de limiter les possibilités de neutralisation ;
- Prendre toutes les mesures possibles, lors de la conception du montage mécanique du détecteur, pour empêcher l'utilisation d'un organe de commande de substitution.

Ces interrupteurs sont par conception généralement étanches le cas échéant antidéflagrants. Leur utilisation peut donc dans certains cas présenter des avantages en matière de sécurité, par exemple lorsque les conditions d'utilisation peuvent entraîner la détérioration d'interrupteurs mécaniques (corrosion, empoussièrement, etc. – c'est notamment le cas dans l'industrie agroalimentaire)

8-Dispositifs de blocage des protecteurs :

Pour les machines où le temps d'arrêt des éléments mobiles est supérieur au temps d'accès à la zone dangereuse, il est nécessaire de différer l'ouverture du protecteur jusqu'à disparition du risque (fonction d'interverrouillage).

Dans ce cas, il est généralement fait appel à l'utilisation de dispositif permettant le blocage du protecteur en position fermée. Le déblocage est obtenu par un dispositif chronométrique (temporisation) ou par un dispositif de détection d'arrêt des phénomènes dangereux.

Ces dispositifs de blocage peuvent être des verrous électromagnétiques, des systèmes mécaniques et/ou des systèmes à transfert de clés**.**

8-1-Verrous électromagnétiques :

Ils assurent la fonction d'interverrouillage.

Ils peuvent être indépendants ou intégrés au boîtier de l'interrupteur de position. La fonction d'interverrouillage par verrou électromagnétique doit :

- Comporter un contrôle de position du pêne de façon à ce que le non-blocage du protecteur en position fermée interdise le fonctionnement des éléments mobiles dangereux ;
- Assurer le blocage du protecteur en position fermée par la mise hors tension du verrou (pêne en position sortie) ;
- Assurer le déblocage du protecteur par mise sous tension du verrou (pêne en position rentrée) ;
- Avoir un dispositif de déblocage de secours du verrou en cas de coupure prolongée de son alimentation.

Pour assurer le montage correct d'un verrou, il faut :

- Le fixer sur le bâti de la machine et non sur une partie mobile ;
- Le loger de préférence à l'intérieur du bâti pour le protéger des chocs éventuels, sinon le capoter ;

- L'implanter dans une zone exempte de pollutions (poussières, copeaux, liquide de coupe, etc.).

La position fermée du protecteur doit être réalisée avec suffisamment de précision pour éviter un non-blocage du pêne et un défaut de mise en marche par non-fermeture du contact associé. Dans le cas des portes pivotantes, il est parfois nécessaire de compléter l'information de fermeture donnée par le contact du pêne par celle d'un interrupteur de position supplémentaire de la porte.

8-2-Verrou avec dispositif temporisateur :

Dans ce cas, la manœuvre du verrou se fait manuellement à l'aide d'une molette et d'une vis à pas fin afin de retarder l'ouverture du verrou (de l'ordre de 20 secondes par exemple) dont la position est contrôlée par un détecteur de position à manœuvre positive d'ouverture.

Ce type de détecteur est réservé pour des fréquences de manœuvre faibles.

8-3-Systèmes à transfert de clé :

L'accès aux éléments dangereux n'est possible qu'après sectionnement et verrouillage des circuits de puissance et contrôle de l'arrêt des phénomènes dangereux (détection d'arrêt ou temporisateur). Les serrures utilisées fonctionnent avec le système de clé captive

8-4-Ouverture du protecteur :

L'actionnement de la serrure électromagnétique, après ouverture du sectionneur, libère la clé1

La clé 1 actionnée dans l'échangeur de clé déclenche une temporisation (ou une détection d'arrêt) permettant la disparition du phénomène dangereux. La clé 2 est alors libérée, la clé 1 restant captive de l'échangeur de clé.

La clé 2 actionnée dans la serrure à loquet permet l'ouverture du protecteur. La clé 2 reste captive tant que le protecteur est ouvert.

8-5-Fermeture du protecteur :

À la fermeture du protecteur, le pêne se verrouille mécaniquement dans la serrure, libérant la clé 2.

La clé 2 actionnée dans l'échangeur de clé libère la clé 1.

La clé 1 actionnée dans la serrure électromagnétique verrouille la clé 2 dans l'échangeur de clé et permet de déverrouiller le sectionneur. La fermeture du sectionneur verrouille la clé 1 à son tour.

9-Mesures de prévention compensatoires :

Les mesures de protection citées précédemment ne sont pas toujours adaptées pour le travail de production ou pour des interventions hors production. Lorsqu'un dommage potentiel subsiste, des dispositions techniques nécessitent alors d'être mises en œuvre pour l'éviter ou le limiter.

9-1-Production : Certains travaux nécessitent l'intervention de l'opérateur à proximité de l'élément mobile de travail alors que la protection par protecteurs ou dispositifs de protection s'avère inadaptée pour la tâche à réaliser.

Dans ce cas, la commande du mouvement en vitesse lente à l'aide d'une commande à action main- tenue est une mesure compensatoire admise. Elle ne supprime pas le risque mais elle permet d'augmenter les possibilités d'évitement et de limiter le dommage.

La « vitesse lente » retenue doit permettre l'arrêt des éléments mobiles dans un temps suffisamment bref, après le relâchement de l'organe de service, pour ne pas mettre en danger l'opérateur. D'une façon générale, il n'existe pas de vitesse minimale « standard » pour permettre l'évitement du phénomène dangereux. La vitesse admissible est en effet fonction de l'application.

Pour éviter tout phénomène de surprise, un seul élément mobile de travail doit être commandé et il ne doit pas y avoir d'enchaînement de séquences (tel qu'un mouvement de descente puis de translation par exemple).

L'organe de service de commande du mouvement nécessite que :

- L'action soit maintenue pour permettre le mouvement ;
- Son relâchement arrête le mouvement afin de permettre à l'opérateur de rester maître de sa manœuvre.

Si nécessaire, un appui anormalement fort sur l'organe de commande, suite à une crispation de l'opérateur par exemple, arrête le mouvement (cas des commandes par pédales par exemple).

Pour les presses plieuses par exemple, la vitesse lente admise pour le travail à la pédale ne doit pas dépasser 10 mm/s. L'organe de service pour la commande du mouvement est une pédale capotée à trois positions avec différentes conditions pour la conception de cette commande Si la machine comporte d'autres modes de commande ou de fonctionnement exigeant des mesures de protection différentes, elle doit être munie d'un sélecteur de mode de marche verrouillable dans chaque position.

9-2-Hors production : Certaines opérations nécessitent le fonctionnement de la machine alors qu'un protecteur n'est plus en position ou qu'un dispositif de protection est neutralisé. Ce mode de fonctionnement peut être nécessaire notamment dans les cas suivants :

- Réglage impossible machine à l'arrêt ;
- Vérification des réglages avant mise en production ;
- Recherche de causes de dysfonctionnements.

Des mesures compensatoires doivent alors être mises en œuvre. Elles sont choisies en fonction de l'application.

Ces mesures ne suppriment pas totalement les risques mais autorisent la mise en œuvre de fonctions dangereuses dans des conditions de risque aussi réduit que possible.

L'accès à ce mode de fonctionnement est impérativement réservé au personnel autorisé, c'est-à-dire compétent. Cette compétence nécessite une formation spécifique et une aptitude pour le travail à effectuer.

Pour qu'il soit d'accès réservé, la machine est munie d'un sélecteur de mode de fonctionnement

Lors du passage dans ce mode de fonctionnement alors qu'un protecteur a été déplacé ou retiré ou qu'un dispositif de protection a été neutralisé, le sélecteur doit simultanément remplir les quatre conditions suivantes :

- Désactiver tous les autres modes de commande ou de fonctionnement ;
- N'autoriser la mise en œuvre des fonctions dangereuses que par des organes de service nécessitant une action maintenue pour permettre à l'opérateur de rester maître de sa manœuvre en arrêtant le mouvement
- Empêcher toute mise en œuvre des fonctions dangereuses par une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine ;
- N'autoriser la mise en œuvre des fonctions dangereuses que dans des conditions de risque ré- duit, en évitant tout danger découlant d'un enchaînement de séquences. Il s'agit par exemple de :
- Limiter les efforts exercés par les éléments en mouvement pour réduire au maximum le risque mécanique,
- Employer une vitesse réduite ou une marche par à-coups, de sorte que l'opérateur ait le temps de réagir pour se soustraire au risque et arrêter le mouvement,
- Utiliser une commande bimanuelle,

- Équiper la zone dangereuse d'une protection « locale » n'entravant pas l'intervention, au voisinage de certains éléments (outils coupants par exemple) dont le fonctionnement, même en réglage, ne s'accommode d'aucun des modes de marche cités ci-avant.

Si ces quatre conditions ne peuvent être remplies simultanément, d'autres mesures de protection doivent être activées pour garantir une zone de travail sûre.

10-Mesures complémentaires :

Les mesures de prévention complémentaires suivantes peuvent devoir être mises en œuvre en fonction de l'analyse des risques :

- Les dispositifs d'arrêt d'urgence ;
- Les mesures qui permettent à des personnes risquant d'être emprisonnées de s'échapper ;
- Les dispositions relatives à la consignation des énergies pour la maintenance ;
- Les dispositions pour la manutention des machines et de leurs éléments lourds ;
- Les moyens d'accès ;

Arrêt d'urgence : Les équipements de travail doivent être munis d'un ou de plusieurs dispositifs d'arrêt d'urgence.

Ces dispositifs ne doivent pas se substituer aux autres mesures de protection, mais venir à leur appui. Ils constituent des mesures complémentaires pour éviter des situations dangereuses en train de se produire ou imminentes. Ils ne doivent pas compromettre l'efficacité des dispositifs assurant d'autres fonctions de sécurité.

Le dispositif d'arrêt d'urgence doit :

- Comprendre des organes de service clairement identifiables, bien visibles et rapidement accessibles
- Provoquer l'arrêt du processus dangereux aussi rapidement que possible, sans créer de risque supplémentaire ;
- Au besoin, déclencher ou permettre de déclencher certains mouvements de protection, sauvegarde, libération…, et maintenir des fonctions utiles (avertisseur sonore, ventilation, éclairage…): dans ce cas l'action sur l'arrêt d'urgence doit maintenir les énergies nécessaires pour permettre ces mouvements et fonctions utiles.

Lorsqu'on cesse d'actionner le dispositif d'arrêt d'urgence après avoir donné un ordre d'arrêt, cet ordre doit être maintenu par un enclenchement du dispositif d'arrêt d'urgence jusqu'à ce

que celui-ci soit expressément désactivé ; il ne doit pas être possible d'enclencher le dispositif sans actionner une commande d'arrêt ; la désactivation du dispositif ne doit pouvoir être obtenue que par une action appropriée et elle ne doit pas avoir pour effet de remettre la machine en marche mais seulement d'autoriser un redémarrage.

La fonction d'arrêt d'urgence doit être disponible et opérationnelle à tout moment, quel que soit le mode opératoire.

Conclusion :

La gestion des risques machines, cadré par une démarche scientifique a obligation de résultats, a fait l'objet de ce chapitre. Le domaine de priorisation des indicateurs de performance d'une manière générale qu'est devenu très évoque nous a conduit à compléter cette démarche de gestion des risques machines par une proposition de méthode de capitalisation des phénomènes dangereux dans le but d'optimiser les mesures de réduction des risques-machines.

Risque machine est relié directement au risque mécanique, on a vu dans ce chapitre comment le gérer et faire la prévention et la protection nécessaire pour le personnel être en sécurité au cours du travail et on a vu que la technologie a un grand rôle pour le lutter et le stopper.

Conclusion générale :

L'industrie mécanique couvre un grand nombre de domaines d'activité : ferroviaire, métallurgique, automobile, agricole, etc. Par conséquent, il comprend toutes les spécialités des activités d'installation, d'assemblage, d'assemblage et de maintenance de machines de tous types, tailles et utilisations. Ces processus comportent de nombreux risques commerciaux et nécessitent une attention particulière aux réglementations et normes applicables pour garantir un environnement d'exploitation sûr.

Dans une usine ou un atelier d'usinage, les employés sont confrontés à divers risques. Mais les principaux sont les risques mécaniques et les problèmes liés à l'atmosphère (nuisances sonores, thermiques, lumineuses, etc.) qui peuvent entraîner l'arrêt temporaire ou définitif des opérateurs, ou les plaintes et litiges de voisinage.

Ce thème aborde aussi la sécurité industrielle peut être vue comme étant l'ensemble des activités menées dans le but de réduire voire même éliminer les risques d'atteinte aux ressources humaines ou matérielles d'une entreprise donnée. Les activités de sécurité sont imaginées et préparées parles responsables du service sécurité et menées par les agents de ce service.

Les risques liés aux machines peuvent présenter un danger pour la vie des personnes ainsi que la défaillance des appareilles de manutention. Il faut donc porter tout particulièrement les efforts surs :

-La formation du personnel : sensibilisation aux risques, dispositions à prendre pour assurer la protection des travailleurs contre ces risques, utilisation et entretien des machines.

-L'organisation du travail, utilisation d'outils, équipements, etc., adaptés aux interventions et travaux et en bon état, méthodes de travail, procédures à respecter.

Après l'évaluation du risque, il faut si possible le supprimer ou le diminuer, en les substituant par des produits non dangereux ou moins. Pour compléter, la protection des salariés, des équipements de protection collective doivent être mise en place, qui peut être renforcés par ajout d'équipements de protection individuelle.

Afin de protéger efficacement les travailleurs des différents risques professionnels, ces risques doivent être maîtrisés. Ce contrôle est assuré par l'application d'une combinaison de méthodes (mesures). Le but est de voir moins Éliminer les risques liés aux méthodes de travail, aux

machines ou aux produits. Parfois, ils peuvent même être remplacés par d'autres, moins dangereux.

La prévention des risques joue un rôle très important pour sauvegarder et garantir la sécurité des personnes, la continuité du service ou de la production, tout en minimisant l'impact du risque. Pour ce faire, utilisez des méthodes appropriées et du personnel qualifié et autorisé.

L'objectif de ce thème est de vous sensibiliser sur la prévention du risque mécanique.

La prévention n'est pas une contrainte mais au contraire un atout majeur pour votre entreprise. Par conséquent, ces recommandations doivent être respectées :

- éviter les risques.

- Évaluer les risques inévitables.

- Combattre les risques à la source.

- Adapter le travail aux personnes.

- Prise en compte de l'état de l'art technologique.

- Remplacer dangereux par non dangereux ou moins dangereux.

- Planifier la prévention.

- Prendre des mesures de protection collective.

- Donner aux travailleurs les instructions appropriées.

Références :

(1) : J.P.July. Evaluer les risques professionnels. 62emeédition, Afnor, France, 2003, p11.

(2) : Bernard Claude-Alain et autres, introduction à l'hygiène du travail, édition TST, suisse, 2004,p01.

(3) : Rachid Chafi, Maitrise du risque par la mise en place d'une culture de sécuritéausein de l'activité Aval/Sonatrach, Mémoire de Magister, ECOLE DOCTORALE, GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS ET ENVIRONNEMENT , 2010, p32

(4) :www.inrs.fr

(5) : ATAMNIYA Ilyes Amir, ALHACHMI RACHDI Abd lekrim, Amélioration de la surveillance et choix d'appareillage de protection contre les défauts électriques au niveau de la central II, Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master, MOKHTAR BADJI U- ANNABA, Faculté : Sciences de L'Ingéniorat,2019, p60

(6) : www.itm.lu

(7) : MORGOSSIAN Nichan. Guide pratique des risques professionnels. Dunod, Paris, p01

(8) : Directive 2006/42/CE du 17 mai 2006 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux machines. Journal Officiel de l'Union Européenne n° L 157/24 du 9 juin 2006.

(9) : certification-iso-45001.fr

(10) : safetyculture.com/fr/themes/analyse-des-risques/

(11) : www.esst-inrs.fr/3rb/ressources/doc2_bts.docx

(12) : Article L411-1 Code de la sécurité sociale www.legifrance.gouv.fr

(13) : www.preventica.com

(14) : https://www.cnesst.gouv.qc.ca

(15) : http://www.bossons-fute.fr

(16) : Les exigences auxquelles la machine doit satisfaire pour être en conformité avec la Directive Machine de l'union européenne et obtenir le marquage CE. La liste de ces exigences se trouve dans l'Annexe I de la Directive Machine « 2006/42/CE ».

(17) : http://www.techno-science.net

(18) : http://www.docplayer.fr

(19) : http://www.direns.mines-paristech.fr

(20) : http://www.barages-éléctriques.com

(21) : http://www.gazprom.fr

(22) : http://www.services.totalenergies.fr

(23) : http://www.inrs.fr (mémoire prévention et protection de risques mécaniques)

(24) : Document de la centrale SKB

(25) : NF EN ISO 12100-1 / (nf En ISO 13857)