République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي



UNIVERSITE YAHIA FARES **جامعة يحيى فارس-المدية**

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département du Génie des procédés et environnement

Filière : Hygiène Et Sécurité Industrielle

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

Spécialité : Hygiène Et Sécurité Industrielle

Thème

Les impactes de fiabilité des équipements Sur gestion des risques industriels

Réaliser par :

- **ALLOUNE RABAHE**
- **CHARCHARI AMINE**

Proposé et dirigé par :

Dr : SAADAT Boulanouar

PROMOTION 2020

Remerciements

- *En premier lieu nous tenant à remercie **Le dieu**, notre créateur,*

  Qui nous donnant la force a complet ce travail.

- *Nous remercions notre promoteur monsieur encadreur*

  ***DR.SAADAT.BN** et qui m'a Toujous été disponible Etattentif.*

- *Ensuite tous les enseignements En spécialement **M. RAHMANI***

  *Et **M. HADIDI***

- *Nos sincères remerciements vont également à touts les*

  ***Enseignant**s du département de gp de l'université de Médéa,*

  Et à touts les enseignants qui ont participé à notre formation.

- *Des remerciements vont également à :*

  *L'ensemble des **étudiants** **de Hygiène et sécurité industrielle***

  Et en particulier ceux de la 2eme année MASTER promotion2020

- *Tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de proche pour établir*

  Ce mémoire

MERCI à Tous



Je dédie ce présent travail

- *A Les plus chères être dans le monde :*

  Ma mère et Mon père A Mes chers frères

- *A tous les membres de ma famille:*

  Yahiya, kamel, AbdNor, Ridalyes et

  (BRAHIM)Fatima, Bahia Zahra, zahiya

  Nawel, lina

- *A Tous les enfantsSara, Meryem Hadjer*

  Malak, Mohamed, hiba, Sidra, Brahim, yakoub

- *A tous mesamis(es)A ceux et/ou à*

  Cellesqui Avaient unegrande place

  Dans ma vie;

- *Zakariya ,abd El kader ,Adel, hamza ,Imade,mohamed*

  , Farouk, yazid

- *Douma ,said ghano, islam,chiker,mostafa ,Mohamed*

- *Rachid, Oussama, hamode, Amro, lamine*

Rabahe



- *Louange à Allah et la meilleure prière sur notre prophète Mohammed le dernier messager et sur tous ses familes et ses amis nobles et apres à quile grand seigneur a dit comportez bien a vos parents a celle qui ma*
  Porté souffrement et grâcea son callin mes yeux ont éte bien ouverte..... a celle qui a été consacré le paradis sous ses pieds

- *a celle que ses belle prierres étaient toujours le secret de mes succma mère ma chère fatima*

- *A celui que je porte son nom avec tout fierté ..... a celui qui m'a Apris donner sans attendre ..... à celui qui a balyié toutes les difficultés de mon chemin pour bien éclairer la lueur de l'éducation et de l'apprentissage mon chère mon père haje ben amrane*

- *A le plus chère qui j'ai ...a ceux qui ont arrosé l'espoire et la volenter dansma vie mes frères Saida, Naima, djamila, mohamed, khadija*

- *à tous mes proches et ma famille ..... et sur tous la famille Cherchari*

- *A ceux qui a fais heureux son connaissance et que j'ai partagé avec luice travaille modest rabehe à mes camarades Halim, Mohammed ,Lahcen, Abd el Hak, taher, Farouk, boualam, mustafa,s,,,,,,*
- *à tous cequi sont dans ma mémoire et que mon mémoir ne leurs portes pas à les montionner sana.*

AMINE

Résumé

Notre travail est consacré à l'étude théorique de la Fiabilité Des Systèmes, L'occurrence la fiabilité D'équipement basé Sur le retour D'expériences et sur les Modèles De fiabilité. Car l'étude de fiabilité Des Équipements permet du bien Connaitre Durant sa période De Fonctionnement Et d'optimiser Son exploitation Afin D'augmenter La Production et la Sécurité des installations Et l'impact sur Gestion De risque Industriel.

Dans notre projet nous avons présenté les lois de fiabilité et Les Méthodes d'analyse (ADD) et (BDF)

Mots clés : fiabilité, sécurit, risque, gestion, équipement,

Summary

That work is devoted to the theoretical study of the Reliability of Systems, in this case, the reliability of equipment Based on feedback And on Reliability Models. Because the Equipment reliability study allows Know well during its Period Of operation and optimize its Operation In order To Increase Production and safety of facilities and the impact on Industrial Risk management.

In our project we presented The reliability Laws and the Methods Analysis (ADD) and (BDF)

Key words: safety, risk, management, equipment, method,

الملخص

لنا العمل مكرس للدراسة النظرية لموثوقية الأنظمة ، في هذه الحالة موثوقية المعدات تعتمد بناءً على الملاحظات ونماذج الموثوقية. لأن دراسة موثوقية المعدات تسمح بمعرفة جيدة خلال فترة تشغيلها وتحسين عملياتها من أجل زيادة الإنتاج وسلامة المرافق والتأثير على إدارة المخاطر الصناعية. في مشروعنا قدمنا قوانين (BDF) و (ADD) الموثوقية وطرق التحليل

الكلماتالأساسية: السلامة،المخاطر،الإدارة،المعدات،الطريقة

Sommaire

Chapitre	Titre	Page
	Introduction générale	01
Chapitre I	**Chapitre I : la fiabilité des équipements**	03
	I. Introduction……...	04
	I.1.Définition Fiabilité……..	04
	I.2.Type de fiabilité ……..	04
	I.2.1.La fiabilité opérationnelle …….....	05
	I.2.2.Fiabilité prévisionnelle ……	05
	I.3.Les indicateurs de fiabilité……..	05
	I.3.1.Défaut……..	05
	I.3.2.Défaillance……	06
	I.3.3.Panne ……..	06
	I.3.4.Taux de défaillance ……	06
	I.3.5.Taux de réparation ……..	06
	I.3.6.MTBF (Mean Time between Failures) ……	06
	I.3.7.MTTF (MEAN Time To Failure) ……	07
	I.3.8.MTTR (Mean Time To Repair) ……..	07
	I.3.9.MUT (MEAN UP TIME) ……	07
	I.4.Topologie et criticité (fiabilité d'un système) ……	07
	I.4.1. La fiabilité d'un système constitué de plusieurs composants mont é en série **.....**	07
	I.4.2.La fiabilité d'un système constitué de plus composants monté En parallèle ……..	09
	I.5.Les Lois de fiabilité ……	09
	I.5.1.La variable aléatoire discrète ……	10
	I.5.1.1.Loi Binomial ……	10
	I.5.1.2.Loi de poisson ……	10
	I.5.1.3.Loi de Bernoulli ……..	11
	I.5.2.Les variables aléatoires continues ……	11
	I.5.2.1.Loi normal ……	11
	I.5.2.2.Loi exponentielle ……	12
	I.5.2.3.Loi de weibull ……	12
	I.5.2.4.Loi uniforme ……	13
	I.6.Méthodes d'évaluation de la fiabilité ……	13
	I.6.1.Arbre de défaillance ……	13
	I.6.2.Bloc-diagramme de Fiabilité(BDF) ……	15
	I.7.Conclusion ……..	17
	Chapitre II: les risques industriels	18
	II. Introduction……	19
	II.1.Notion sur le risque industriel ……..	19
	II.2.Quelques définitions ……	20

Chapitre II	a. Aléa ……	20
	b. Enjeu ……	20
	c. Vulnérabilité ……	20
	d. Risque industriel majeur ……	20
	II.3.Les risques industriels ……	20
	II.3.1.Le porche législatif ……	20
	II.3.2.La proche mathématique ……..	20
	II.4. Définition générale …….	20
	II.5.Les caractéristiques de risque industriel ……..	21
	II.6.Les effets de risque industriel ……..	21
	II.6.1.L'effet toxique ……..	21
	II.6.2.L'effet thermique ……..	21
	II.6.3.L'effet mécanique ……	21
	II.7. Risque mécanique ……..	21
	II.7.1.Définition (NFEN291-1) ……..	21
	II.7.2. Facteurs pouvant être à l'origine de risques mécanique ……	21
	II.7.3. Les risques d'origine mécanique……	22
	II.7.4.Exemples illustrant différents risques d'origine mécanique …….	22
	II.7.5. la prévention de risque mécanique ……..	27
	II.7.5.1.Fonctions de sécurité directe (NF EN 292-1) ……	27
	II.7.5.2.Fonctions de sécurité indirecte (NF EN 292-1) ……	27
	II.7.5.3. L'auto surveillance (NF EN 292-1) …….	27
	II.7.5.4. Dispositif de verrouillage ……..	28
	II.8. Le risque électrique …….	28
	II.8.1.Introduction ……	28
	II.8.2. Définition de risque électrique ……	28
	II.8.3.les contact de risque électrique ……	29
	II.8.3.1.Les contacts directs ……	29
	II.8.3.2.Les contacts indirects …….	30
	Le personne entre en contact avec une partie qui n'aurait pas du être sous tension……	30
		30
	II.8.4.Les facteur de danger ……	30
	II.8.5.Dangers du courant électrique ……..	30
	II.8.6.Effets du courant électrique sur le corps humain ……..	31
	II.8.6.1.Effets thermiques ……	31
	II.8.6.2.Effets tétanisant ……	31
	II.8.6.3.Effets respiratoires et circulatoires …….	31
	II.8.7.Les mesures de protection ……	33
	II.8.7.1.L'éloignement ……	33
	II.8.7.2.L'interposition d'obstacles ……	33
	II.8.7.3.L'isolation …….	34
	II.8.8.Conclusion …….	34
	II.9.Le risque de bruit ……..	35
	II.9.1ntroduction ……	35
	II.9.2.Définition de bruit …….	35
	II.9.3.Comment mesure le bruit ? ……	35
	II.9.4.Cadre législatif ……	35
	II.9.5.Les niveaux de bruit ……	36

	II.9.6. L'effet de bruit ……	37
	II.9.6.1.L'effet de bruit sur l'audition ……	37
	II.9.6.2.L'effet sur la santé ……	37
	II.9.7.La prévention de risque de bruit ……	37
	II.9.7.1.Evaluation des risques ……	37
	II.9.7.1.Etablier une fiche d'exposition au bruit ……	
	II.9.7.3.protection collective contre le bruit …….. ……..	38
	II.9.7.4.Protection individuelles ……...	
	II.9.8.Conclusion ……...	38
		38
Chapitre III	**Chapitre III: gestion de risque** 39	39
	III. Introduction……	40
	III.1.Cadre législatif et documentation utile …….	40
	III.1.1.Cadre européen ……	40
	III.2.Qu'est ce que la gestion de risque ? …….	40
	III.3.Pourquoi la gestion de risque ? ……	41
	III.4.Les étapes de gestion de risque ……	41
	III.4.1.Etape 1: Identification des risques et des personnes exposées …….	41
	III.4.2.Etape 2: Evaluer les risques et les classer par ordre de priorité ……..	42
	III.4.3.Etape 3: Déterminer les mesures de prévention ……..	42
	III.4.4.Etape 4 : Adopter les mesures de prévention et les mettre en ouvre ……	43
	III.4.5.Etape 5: Contrôle - Examen - Réexamen et Enregistrement ……	43
	III.5.Les outilles de gestion des risques.....	44
	III.5.1.Exemples d'approches ……..	44
	III.5.2.Exemples de méthodes d'identification des risques ……	45
	III.5.2.1.La méthode heepo (homme équipement environnement produit organisation…	45
	III.5.2.2.Check-list ……	45
	III.5.2.3.Les audits ……	45
	III.5.2.4.Les profils de poste ……..	46
	III.5.2.5.La méthode fmea (faiLure made and effect analysis) …….	46
	III.5.3.ExempLes de méthodes/techniques d'évaluation des risques …….	46
	III.5.3.1.Le tableau à 2entrées ……	46
	III.5.3.2.Maîtrisk ……	48
	III.5.4.Conservation des documents ……	48
	III.5 .5 .Exemple …….	48
	III.5.5. 1.Equipement de travaille ……	48
	III.5.5. 2 .Identification……	49
	III.5.5. 3 .Modalité d'exposition……..……...	49
	III.5.5. 4 . Moyen De Prévention …….	49
	III.6. Les influence de fiabilité des équipements sur gestion de risque industriel…….	50
	III.6.Conclusion ……..	51
	Conclusion générale……	52

Liste des figures

Chapitre	Titre	Page
Chapitre I	**Fig. I.1:**Fiabilité d'un système monté en sérié.	8
	Fig. I.2 : Fiabilité d'un système monté en parallèle	9
	Fig.I. 3 : Trace de la fonction f(x).	12
	Fig. I. 4 : Arbre de défaillance.	15
	Fig.I. 5 :structure de bloc diagramme de fiabilité**.**	16
Chapitre II	**Fig. II. 1:** Exemple de risque Coupure, projection, entraînement, sectionnement**.**	22
	Fig.II.2 : Exemple de risque d'Entraînement, sectionnement, brûlure, projection.	23
	Fig.II.3 : Exemple de risque d'Entraînement, brûlure, piqûre**.**	24
	Fig. II.4: Exemple de risque de Piqûre, poinçonnement, perforation**.**	24
	Fig. II5 : Exemple de risque Entraînement, arrachement, choc**.**	25
	Fig. II.6 : Exemple de risque de mandrin**.**	25
	Figure II .7 : Exemple de risque d'Ecrasement, cisaillement	26
	Fig. II. 8:présentation de risque électrique par le contact direct.	29
	Figure. II. 9 : présentation de risque électrique par le contact indirect.	30
	Figure. II.10 : Présentation de l'effet de courant électrique sur le corps humain	31
	Fig. II.11:les mesures de protection	33

	Electrique par l'éloignement. **Fig. II.12:** les mesures de protection électrique par l'interposition d'obstacles. **Fig.II. 13:**les mesures de protection électrique par l'isolation. **Fig. II .14:** appareille de mesurer de bruit **Fig. II .15:** schéma de l'effet de brui sur la santé	**33** **34** **35** **37**
Chapitre III	**Fig. III :** structure plan de gestion de risque **Fig.III:** risque d'accidents mécanique d'une machine	**41** **49**

Liste des tableaux

Chapitre	Titre	Page
Chapitre II	**Tableau II. 1**:les effets du courant électrique sur l'être humain **Tableau II. 2:** les seuils limite d'exposition additive	**31** **35**
ChapitreIII	**Tableau III. 3 :**Méthode évaluation de risque en fonction la gravité Et la probabilité	**47**

Liste d’abréviation

symboles	Abréviation
R(s)	Fonction de fiabilité
U(t)	Taux de réparation
M(t)	Maintenabilité
MTBF	Mean Time Between Faillures
MTTF	Mean time to faillu re
MTTR	Mean time to repaire
MUT	Mean up Time
Y	Taux De Défaillance
A.D.D	Arbre De Défaillance
B.D.F	Bloc-diagramme de fiabilité
P	Probabilité
G	Gravité

Liste d’abréviation

F	Fréquence
P.I	Protection individuel
P.C	Protection collective
F(t)	Fonction cumulé. probabilité de rupture Dans le Temps
R(t)	Probabilité de survie. Fonction fiabilité

Introduction générale

Le monde industriel aujourd'hui a connu des accidents catastrophiques qui ont eu une Influence Considérable sur l'homme (corporel, social, psychologique) ,l'environnement, et Les installations et Équipements. La fiabilité des équipements constitue un des principaux Leviers de progression dans le Cadre De la prévention des risques professionnels et un moyen Essentiel de préserver la suret Fonctionnements Des entreprises industrielles.

Tous les équipements d'une installation industrielle sont soumis à des mécanisme de Dégradation Dus au des conditions de fonctionnements et /ou d'environnement : usir Fatigue vieillissement Altération Physico-chimique divers face aux défaillances Qui en résulta-t-on Peut se contenter de pratique Une Fiabilité Opérationnel Mais on n'évite pas allais les Conséquences des pannes que l'on subit Une attide Plus Défensive consiste à mettre en ouvre Une fiabilité prévisionnel Destinée limiter, voir a empêcher, Ces défaillances, mais en Court Alor le risque de dépones excessives et d'indisponibilité Inutiles.

La fiabilité joue un rôle très important dans le domaine industriel, à partir leur Influence sur le Niveau de la sureté de fonctionnement des systèmes, est d'autre parti le Niveau de gestion De risque industriel

Avant de commencer de parler de gestion des risques et de son application dans les Entreprises, Nous devons introduire quelques concepts de bases qui font partie Intégralement du monde de la Gestion des risques pour favoriser notre exposé et Homogénéiser la perception de certains termes assez Communs, mais qui doivent être Définis avec précision pour mieux appréhender notre exposé.

Le terme « risque » est galvaudé car il possède de multiples sens et fait graviter autour de Lui Plusieurs notions qui aide à mieux l'expliquer et le remettent dans le contexte de notre Sujet, Nous allons voir que les entreprises ne peuvent être épargnées par le risque de" Dégradation fiabilité des Équipements, ce qui leur inflige des Pertes financières, Humaines et matériels Conséquentes. Le concept de gestion des risques vient en Réponse

Concrète pour atténuer ces pertes**.**

Notre manuscrit composé de trois chapitres est répartie comme suit:

- Première chapitre : cette chapitre est réservé pour donner des généralités sur le Fiabilité et les Phases de fiabilité et les Loi très précisé pour calcul la fiabilité et les Méthode D'évaluation de fiabilité
- Deuxième chapitre ; il est présent les grand risque industriel a concerne les Équipements Et les effets des risque industriel et les procédures de la prévention De risque industriel
- Troisième chapitrer : il est dédié pour la présentation des étapes principiel dans le Cadre Gestion et évaluation De risque industriel et les influence de fiabilité des Équipement pour amélioration de system gestion de risque

Chapitre I : fiabilité des équipements

I. Introduction :

La fiabilité des équipements est un sujet qui préoccupe plusieurs types De Entreprise, puisque les données de fiabilité sont nécessaires à de nombreuse activité Importantes concernant la qualité et la duré de vie. Des produits et de service.

Ces activités comprennent l'évaluation de la Disponibilité. Les décisions concernant la maintenance.les modification et conception et le contrôle des performances.

A fin de caractériser la fiabilité des equipements.des étude spécifiques Permettent d'obtenir la disponibilité et la maintenabilité et la Probabilité ou la fréquence de défaillance des systèmes et de leurs Composants .Ces étude se déroulement généralement en laboratoire.

Ou tous les paramètres tel l'environnement sont contrôles ou en industrie Qui s'intéresse à quelques équipements spécifiques. Ce qui fait en sorte Que la collecte de l'information est très encadrée.

Cette article présente un processus pour caractériser la fiabilité de plusieurs Centaines à plusieurs milliers d'équipement de différente nature à partir D'informations collectées sur plusieurs années .ces processus s'adrees aux Équipement en exploitation dont l'environnement et la qualité de la collecte des données obtenues ne peuvent pas être subi des modifications de Conception .d'environnement opérationnel ou d'exploitation .Il doit également considérer que le programme de maintenance Continuellement adapté afin de maintenance est continuellement Adapté afin de maintenir la fiabilité intrinsèque de ces équipements En fonction des défaillances observées à l'intérieur de l'entreprise ou Dans des industries similaires .pour des équipements identiques.

Ce programme de maintenance peut être différent en fonction de leur Criticité et Leurs conditions d'opération et de leur usage.

I.1.Définition Fiabilité :

Le terme de « fiabilité » est un néologisme introduit dans les années 60 Pour traduire le terme Anglos –saxon « Reliability » selon la commission Electrotechnique International (C.E.I .la fiabilité est défini comme « L'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise .dans des Condition données. Pendant une duré donnée » .

I.2.Type de fiabilité :

De manière globale. La fiabilité d'un système est liée à ses caractéristiques Intrinséques.au mode d'utilisation et à son environnement. De cet aspect Global .il est possible de définir deux types de fiabilité

I.2.1.La fiabilité opérationnelle :

Elle résulte de l'observation et de comportement d'un certain Nombre de dispositifs identiques. En condition de fonctionnement Réelles. En d'autres termes. Il s'agit d'un traitement statistique d'un Traitement statistique d'un retour d'expérience .la probabilité moyenne Issue de ce retour d'expérience n'a de sens qu'en considérant un nombre Important de dispositifs. La fiabilité opérationnelle est donc définie par:

$$R(t) = \frac{\text{nombremoyen d'entitésdéfaillantàl'instante}}{\text{nombretotald'entités}}$$

I.2.2.Fiabilité prévisionnelle :

Elle estime la fiabilité futur d'un system à partir d'un système à Partir de considération sur la conception du système et la fiabilité Opérationnelle (supposée connue) de ses composants. Cette Estimation repose très souvent sur l'évaluation du « taux de Défaillance » probable et du « temps moyen de non défaillance ».Mathématiquement la fiabilité nommée R(t) d'un système S est Donnée comme suit :

R(t)=probabilité(S non défaillant sur 0.t

On notera

F (t)=1 –R(t) ;

C'est la probabilité complémentaire (ou événement Contrario) .donc F(t) est la probabilité défaillance à l'instant .cette Fonction Est caractérisée par un taux de défaillance (inverse du temps Moyen de Bon fonctionnement MTBF).

I.3.Les indicateurs de fiabilité :

Dans un premier temps, on va donner quelques définitions afin De comprendre comment calculer la fiabilité.

I.3.1.Défaut :

Un défaut est tout écart entre la caractéristique observée sur la Dispositif et la caractéristique de référence lorsque celui-ci est en dehors de la spécification requise.

I.3.2.Défaillance :

D'après la norme AFNOR 60010X : une défaillance est l'altération ou la Cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir ses ou ses fonctions Requises avec les performances définies dans les spécifications techniques (AFNOR)

I.3.3.Panne :

Une panne est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction Requise .Dés l'apparition d'une défaillance, caractérisée par la cessation du Dispositif à accomplir sa fonction, le dispositif sera déclaré en panne par La cessation du dispositif à accomplir sa fonction, le dispositif sera déclaré En panne, par conséquent une panne résulte toujours d'une défaillance.

I.3.4.Taux de défaillance :

Le taux de défaillance d'un composant est une fonction du temps, Il donne une fréquence d'occurrence instantanée pour un intervalle de temps très court .cette fréquence d'occurrence instantanée augmente généralement avec le temps, La probabilité pour qu'un système défaille à un instant donné (t) peut être Représentée par la loi exponentielle. Le taux de défaillance de chaque Composant est représente par une constante strictement positive

$$\lambda = \frac{\text{nombretotalpendantleservice}}{\text{durétotaldebonfonctionement}}$$

I.3.5.Taux de réparation :

Le taux de réparation indique l'aptitude d'un bien à être dépanné ou réparé

$$U(t) = \frac{1}{MTTR}$$

Dans le cas ou il constant la fonction de mainetenabilité est :

$$M(t) = 1 - e^{-ut}$$

I.3.6.MTBF (Mean Time between Failures):

Représente le temps moyen entre deux défaillances, il est calculé en Inversant le taux de défaillance.

$$\mathbf{MTBF=\frac{sommedestempsdebonfonctionemententrelesNdéfailance}{nombredestempsdebonfonctionnement}}$$

Il est aussi appelé « indicateur de fiabilité » puisque il donne l'image De la qualité du comportement des systèmes « B .Z ».

I.3.7.MTTF (MEAN Time To Failure):

C'est le temps moyen de fonctionnement jusqu' à l'occurrence De la première défaillance :

$$\mathbf{MTTF=\frac{Nbr.d'equipement*DuréeFonctionnement}{Nbr.\ dedéfaillances}}$$

I.3.8.MTTR (Mean Time To Repair):

IL mesure le temps moyen de réparation .Il est donné par cette relation ;

$$\mathbf{MTTR=\frac{1}{u}}$$

I.3.9.MUT (MEAN UP TIME):

Il mesure la moyenne des temps de bon fonctionnement après réparation, On note que ;

MTBF=MTTR+MUT

D'après cette relation on peut déterminer la disponibilité qu'est Egal:

$$\mathbf{D=\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}}$$

I.4.Topologie et criticité (fiabilité d'un système) :

La détermination de la fiabilité d'un système électronique, mécanique Ou autre nécessite tout d'abord de connaitre la loi de la fiabilité (ou loi de Défaillance) de chacun des composants intervenant dans le système.

I.4.1.La fiabilité d'un système constitué de plusieurs composants mont é en série :

R(s) représente la fiabilité d'un ensemble de « n » composants montés En Série. La fiabilité R(s) d'un ensemble de « n » composants A, B, C ……, n monté ou Connectés en série est égal au produit des fiabilités respectives Ra, Rb ….Rn De chacun des composants :

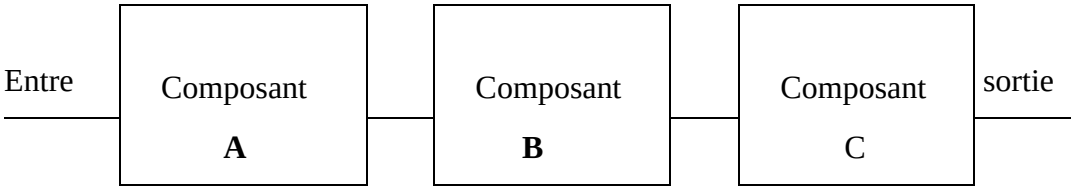


Figure I .1 : fiabilité d'un système monté en sérié

On a donc:

R(s) = $R_A \times R_B \times R_C \times\times\times\times R_N$

Nota1:

Siles"n"composantssontidentiquesavecunemêmefiabilitéRlaformulesera *On calcule suivants :*

R(s)= R^n

Nota 2 :

Si les taux de défaillances sont constants au cours du temps sera calculée Suivants la formule

R(t)a= e$^{-\lambda t}$ a

R(t)b =e$^{-\lambda t}$b

R(t)c = e$^{-\lambda t}$ C

R(s)=Ra × RB× Rc × Rn

Avec :

MTBF= $\frac{1}{\lambda_A+\lambda_B+\cdots+\lambda_N}$.

Si en plus les composants sont identiques

$\lambda_A = \lambda_b = \cdots = \lambda n = \lambda$ **Alors ;**

R(s) = $e^{-n\lambda\times t}$

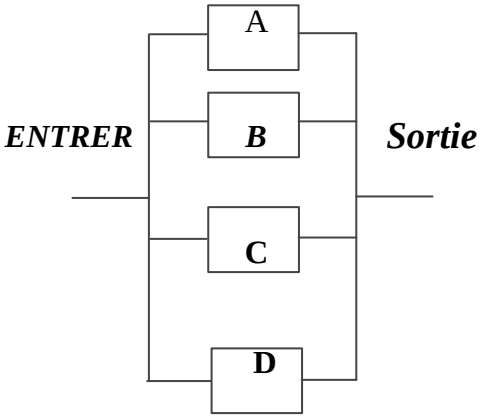
MTBFs = $\frac{1}{N\times\lambda}$.

I.4.2.La fiabilité d'un système constitué de plus composants monté En parallèle :

La fiabilité d'un système peut être augmentée en plaçant des composants (Identiques ou non) en parallèle. Un dispositif consiste de « n » composants En parallèle, ne peut tombèrent panne qui si les « n » composants tombent tous En panne au même moment.

Soit les « n » composants de la figure ci-dessous monté en parallèle, si La probabilité de panne pour chaque composant. [01]

Repéré (i) est notée Fi, alors :



$F_i = 1 - R_i$

Figure I .2 : fiabilité d'un système monté en parallèle **[01]**

La probabilité de pannes F(s) d l'ensemble des « n » composants en parallèle Est égal au produits des Fi entre aux :

$F(s) = F1 \times F2 \times F3 \times \ldots \times Fn = (1-R1) \times (1-R2) \times \ldots\ldots (1-Rn)$

La fiabilité R(s) de l'ensemble est donnée par la relation :

$R(s) = 1 - (1-R1) \times (1-R2) \times \ldots\ldots \times (1-Rn)$

Nota : si les « n » composants sont identiques **(R = R1 = R2 = …..RN)** Et ont tout la même fiabilité R l'expression devient :

$R(s) = 1-(1-R)^n$

I.5.Les Lois de fiabilité :

Il est toujours possible d'associer à une variable aléatoire un Probabilité et définir ainsi une loi de probabilité, lorsque le Nombre D'épreuves augmente indéfiniment, les fréquences Observées pour le étudié tendent vers les Probabilités et la distribution Observée vers les distributions de probabilité ou loi de probabilité. Une Loi de probabilité

est un modèle représentant au mieux, une distribution De fréquence d'une variable aléatoire.

Cette dernière on a distingue a deux type :

- ✓ Lois discrètes
- ✓ Lois continues

I.5.1.La variable aléatoire discrète :

Une loi est dite discrète si elle prend ses valeur dans N c'est à dire Valeurs entières comme par exemple celle qui compte Le nombre de pannes. Parmi les lois discrètes on peut citer :

- ✓ Loi Bernoulli
- ✓ Loi Binomial
- ✓ Loi de poisson

I.5.1.1.Loi Binomial :

Soit une défaillance D avec sa probabilité de survenir P, la probabilité D'apparaitre k défaillances en N essais est[02] :

$$\mathbf{P(X = k)} = c_k^n p^k (1-p)^{n-k}$$

I.5.1.2.Loi de poisson :

Cette loi il est caractérisé a trois critère :

1) Nombré d'occurrence durant une unité de temps sontin dépendant.

2) Nombre moyen d'occurrence en unité de temps est le même.

3) Probabilité qu'une occurrence durant une unité de temps≅ 0La formule mathématique de cette loi est [03] :

$$\mathbf{P(X=x)} = \frac{\lambda^{-x}}{x!} e^{-\lambda}$$

x : nombre d'occurrence

λ : moyen d'occurrence

μ = v $=\sigma^2$

I.5.1.3.Loi de Bernoulli :

Cette loi il est défini par deux résultats éventuelle « succès » Et « échec » donc si (S) réalisé pour X=0 et X=1L'expression de la fonction de fiabilité s'écrit [04] :

P(X=0)=q

P(X=1)=p

(p+q=1)

Donc :

P(X)=$P^X \times q^{1-X}$

V(X)=P× q

I.5.2.Les variables aléatoires continues :

La description d'une loi continue diffère de celles des lois discrètes puisque pour une variable aléatoire continue X, la Probabilité que X prenne une valeur bien précise X est nulle est il y a en effet une infinité de valeur dans R ou dans Intervalle.

I.5.2.1.Loi normal :

On appelé variable normale tout variable aléatoire continue définie dans l'intervalle par la fonction de densité de probabilité Suivante Cette loi il est caractérisé par 4 règles principales :

- ✓ **P(x≤** $-a) = 1 - P(x < a)$
- ✓ **P(a≤** $x \leq b) =$

- ✓ **P(x≥** $a) = 1 - P(x < a)$
- ✓ **P(-a≤** $x \leq a) = 2\pi(a) - 1$

I.5.2.2.Loi exponentielle :

Soit X une V .A.C, on dit que x suit une loi exp (λ) dénoté, E(λ) .SI sa fonction de densité de probabilité est donné par [05] :

F(x) = λ $e^{-\lambda x}$ **si x≥ 0**

F(x)=0 si non

La fonction de répartition est :

$$F(x)=1-e^{-\lambda x}$$

La caractéristique :

$$E(x)=\frac{1}{\lambda} \text{ et } V(x)=\frac{1}{\lambda^2}$$

La probabilité :

- $p[x<a]=\int_0^1 F(x)d(x)=1-e^{-\lambda a}$
- $p[x>a]=1-p[x<a]=1-[1-e^{-\lambda a}=e^{-\lambda}$

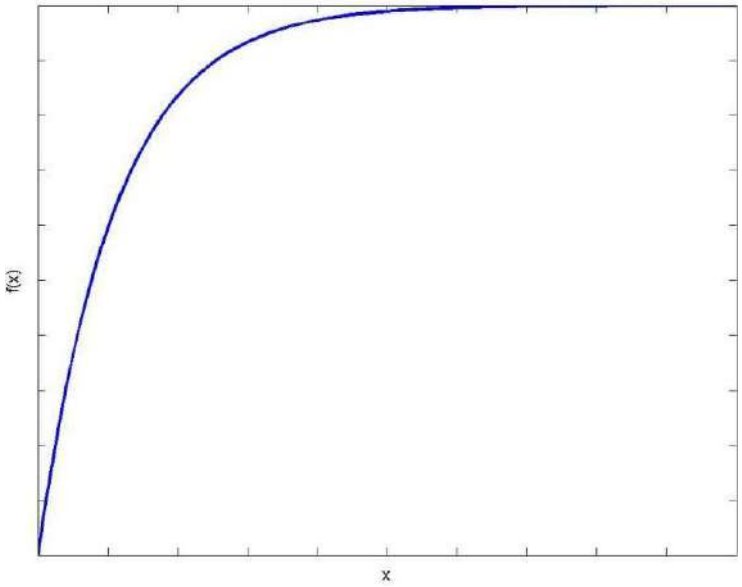


Figure I .3: Trace de la fonction f(x).**[06]**

I.5.2.3.Loi de weibull :

La distribution de weibull a prouvé son efficacité en Pratique pour l'évaluation de la duré de vie de systèmes Mécaniques. Elle est utilisée pour évaluer la fiabilité dans de nombreux ominas, notamment ceux des tubes électroniques, des Condensateurs, des roulements à billes, des relais et de La résistance des matériaux. LA fonction cumulée de weibulle est la suivante [06]:

$$F(t)=1-e^{-(\frac{t}{n})^{ß}}$$

La fonction fiabilité associée, notée R(t) , est aussi Connue comme la probabilité de survie et est déterminée Comme ce qui suit :

R(t)= 1- F(t)

Avec :

F(t) : fonction cumulée. Probabilité de rupture dans le temps

R(t) : probabilité de survie, fonction fiabilité

t : variable attribuée, temps de rupture

ß : mesure de la dispersion des temps de rupture

n : paramétré d'échelle, temps pour lequel on recense 63.2 % des défaillances.

I.5.2.4.Loi uniforme :

X variable aléatoire qui suivent Une loi ……uniforme u [a .b] . [07]

P (c≤ $x \leq d$) = $\frac{d_c}{b_a}$

I.6.Méthodes d'évaluation de la fiabilité:

Dans la littérature, il existe plusieurs techniques pour évaluer la fiabilité des systèmes, les techniques les plus utilisées sont:

I.6.1.Arbre de défaillance:

Les arbres de défaillances modélisent l'ensemble des combinaisons d'événements qui conduisent à un événement redouté. Par définition, L'arbre de défaillance est une représentation graphique de type arbre généalogique. Il représente une démarche d'analyse d'événement. L'arbre de défaillance est construit en recherchant l'ensemble des événements élémentaires ou les combinaisons d'événements, qui conduisent à un Evénement Redouté (ER).

L'objectif est de suivre une logique déductive en partant d'un Evénement Redouté pour déterminer de manière exhaustive l'ensemble de ses causes jusqu'aux plus élémentaires.

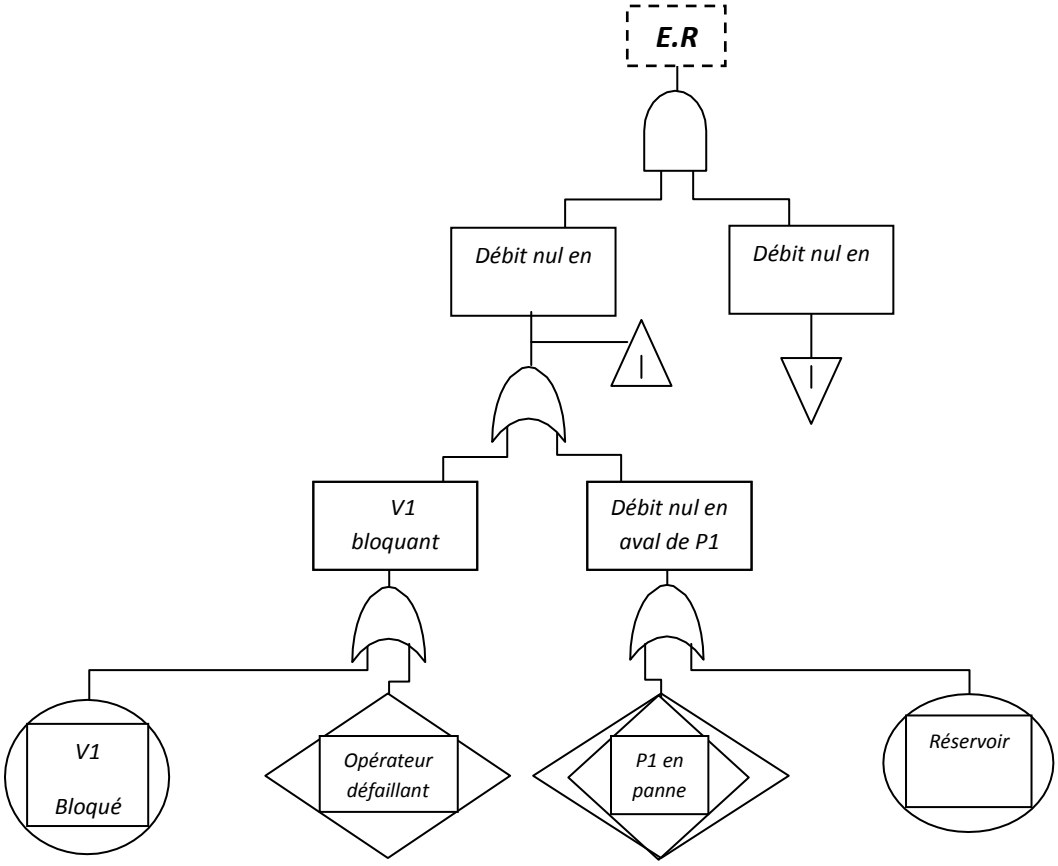


Figure I .4: EXEMPLE Diagramme de Méthodes d'évaluation « Arbre De défaillance »

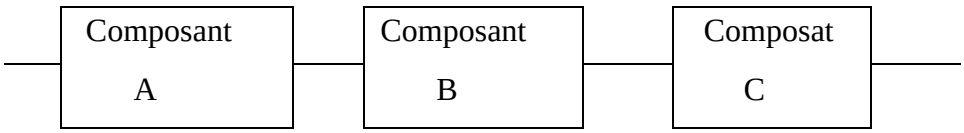
I.6.2.Bloc-diagramme de Fiabilité(BDF):

Un BDF est un graphe orienté (N, E), dont chaque sommet de N est un bloc Représentant un composant du système et chaque arc de E est un lien de causalité (dépendance) entre deux blocs. Dans tout BDF, deux blocs particuliers sont identifiés:

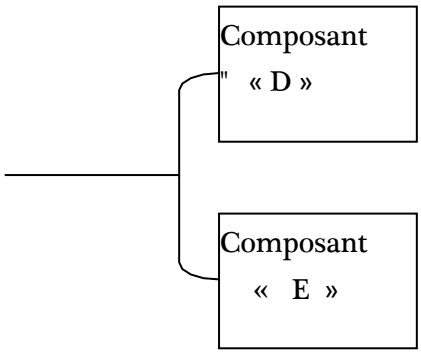
Ceux sont sa source S et sa destination D. Un BDF représente un système et il est utilisé pour calculer la fiabilité : un BDF est opérationnel si et seulement si, il existe au moins un chemin opérationnel de S à D. Un chemin est opérationnel si et

seulement si, tous les blocs de ce chemin sont opérationnels. La probabilité qu'un bloc soit opérationnel est sa fiabilité. Par construction, la probabilité qu'un BDF soit opérationnel est donc égale à la fiabilité du système qu'il représente.

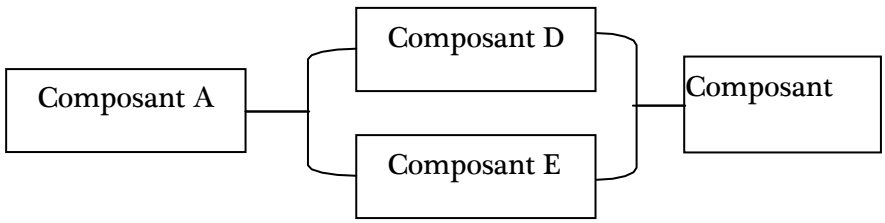
Quand le BDF est construit, on distingue trois types de système : série, parallèle ou série parallèle (Mixte). [01]



System Série



System parallèle

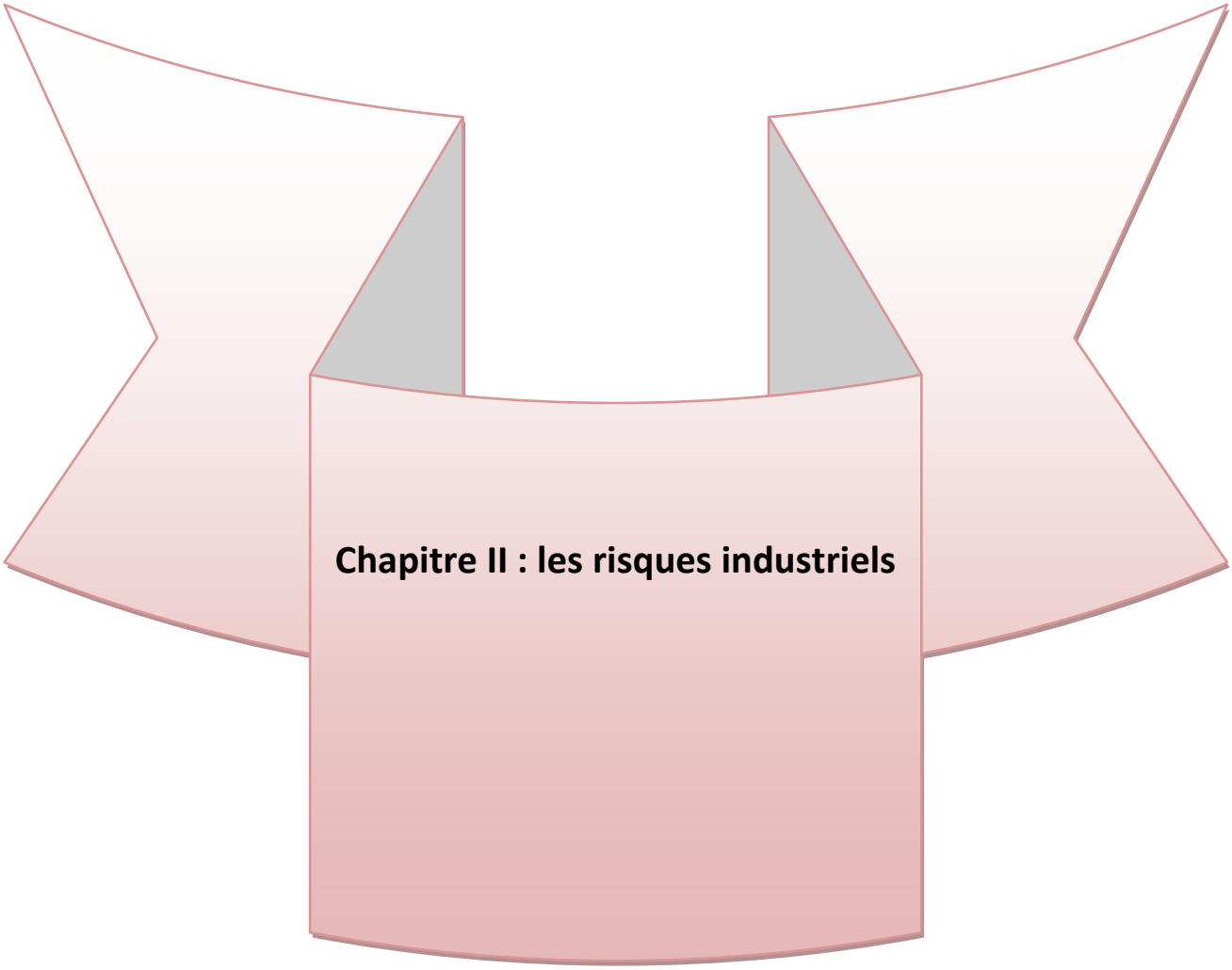


System Mixte

Figure I .5 :structure de bloc diagramme de fiabilité**. [01]**

I.7.Conclusion:

La mise en ouvre d'un processus de caractérisation de la fiabilité des équipements représentèrent des efforts et des coûts importants. De plus, les résultats doivent être analysés adéquatement afin d'un garantir l'interprétation. Dans un projet global d'amélioration, Il faut s'assurer, que la méthode et procédures suivies pour la Caractérisation des paramètres de fiabilité des equipements Sont conformes aux standards internationaux .il faut aussi disposer de systèmes de traitement de l'information efficaces, principalement Pour colliger les défauts observés et les interventions effectués sur Les equipements il faut aussi une philosophie et une culture d'entreprise qui favorise la mise en ouvre d'un programme de maintenance axée Sur la fiabilité.


Chapitre II : les risques industriels

II. Introduction

Le monde aujourd'hui il est connait une grande agitation et des Peurs, pour diverses raisons, dont les plus importantes sont le risque Industriel A une génération, la question du risque et des catastrophes industrielles a fait irruption dans les champs des sciences sociales.

De nombreux accidents liés à notre civilisation industrielle, De Seveso En 1976 Tchernobyl en 1986, ont contribué à ce Foisonnement de la Sociologie Société du risque théorisée par Ulrich Beck en 1986 est devenue Un Paradigme d'analyse face auquel se sont positionnés de nombreuses Etudes pour tenter de répondre à la crainte d'un avenir incertain.

Malgré plusieurs décennies d'échanges intellectuels et d'intervention des pouvoirs publics, la fréquence des accidents industriels est Loin d'avoir Diminué à l'échelle du monde, l'augmentation étant Même exponentielle dans les pays d'Asie de sud-est lieux industriel Del 'économie mondialise Ainsi en chine on note une augmentation De 98 ٪ du nombre des accidents Industriel entre 2010 et 2013 Tandis que la modalisation des très meurtriers.

II.1.Notion sur le risque industriel :

La demande sociale en matière de risque est aujourd'hui présente (Propeck Zimmerman ,2005). Le mot risque est de plus en plus employé ces dernières années pour nommer toutes la notion relatives aux accidents ou aux dangers sans vraiment correspondre à une définition Précisé et complète, cet appelé concret que ce soit sur le plan Politique, économique, sociale ou gestionnaire (propeck-zimmermann2005), mais ces réponses sont difficile les à apporter.

En effet, le terme risque a connu et connait diverses mutations car beaucoup de disciplines et d'acteur se l'approprient .il est donc nécessaire de nous attarder sur la sicentification de ce terme et son emploi .dons un premier temps, nous aborderons le risque, ses origine son histoire ses différentes définition proposées dans le monde Scientifique .il sera nécessaire dans une seconde démarche de décomposer ce terme est de définir ses composantes (aléa, vulnérabilité enjeux). Enfin, une fois tout ceci vu, nous établirons les liens entre le risque (sa source) et son environnement.

II.2.Quelques définitions:

a. Aléa :

Probabilité qu'un phénomène accidentel se produisant sur un Site industriel crée en un point donné de territoire des effets d'une Intensité donnée .au cours d'une période déterminée.

b. Enjeu :

Ensemble des personnes et des biens susceptible d'être Affectés par les phénomènes accidentels.

c. Vulnérabilité :

Exprime et mesure le niveau de conséquence Prévisible de l'aléa sur les enjeux.

d. Risque industriel majeur :

Conséquence d'un aléa d'origine Technologique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand Nombre de personnes, occasionnent des dégâts importants et dépassent la capacité de rédaction instances directement Concernées.

II.3.Les risques industriels

II.3.1.Le porche législatif :

La directive Seveso 2 09/12/1996 utilise la notion de Risque et la définit Ainsi :

≪ c′est la probabilité qu′un effet spécifique se produise dans une période Donnée ou dans des circonstances données≫

II.3.2.La proche mathématique :

La dauphine 2001 propose sa définition d'un risque en basant sur la formule Suivante :

Risque =	aléa	×	vulnérabilité
	Probabilité d'occurrence d'une Evénement pouvant entrainer Certaine dommages dans une Durée donnés		conséquence potentielles compte tenu des caractéristique géographique physique et humaine de L'espace environnement

II.4. Définition générale :

le risque industriel est défini comme un événement accidentel se Produisant sur un site industriel mettant en jeu des produits et /ou des Procédés Dangereux et entrainant des conséquence immédiats graves pour le personnel, Les riverains les bien et lés environnement.

II.5.Les caractéristiques de risque industriel :

Le risque industriel il est caractérisé Par deux critères :

- Une faible fréquence : l'homme et la société peuvent être d'autant plus Enclins à l'ignorer que les catastrophes sont peu fréquence
- Une gravité importante : nombreuse victime, dommages importants? Au bien et à l'environnement.**[08]**

II.6.Les effets de risque industriel :

Les risque industriel sont généralement de nature technologique et Nucléaire, ils présentent des enjeux humains et environnementaux, Relatif à la radioactivité et aux exploitations minières et engendrés exclusivement par l'activité humaine .ainsi, un accident survenu suite à des facteurs industriels, peut être classifié comme étant une Conséquence thermique, mécanique, toxique .

II.6.1.L'effet toxique :

Sont ceux découlant de l'absorbation, l'inhalation ou la fuite de substances chimiques par l'environnement ou les individus ce qui présente de sérieux risques sur la santé et la nature.

II.6.2.L'effet thermique :

Sont ceux relatifs aux explosions et à la combustion des produits inflammables

II.6.3.L'effet mécanique :

Elles incluent les dérèglements et les suppressions causées par des détonations ou des compressions inopinées d'un gaz.**[09]**

II.7. Risque mécanique :

II.7.1.Définition (NFEN291-1) :

Ensemble des facteurs physique qui peuvent être à l'origine d'une Blessure Par l'action mécanique d'éléments de machine, d'outille, de pièces, ou de matériaux Solide ou de fluides projetés .**[10]**

II.7.2. Facteurs pouvant être à l'origine de risques mécanique :

- ✓ la disposition relative des pièces en mouvement
- ✓ la masse et la stabilité(chute)
- ✓ la masse et la vitesse (énergie cinétique)
- ✓ la forme : éléments coupants, arêtes vives
- ✓ l'accélération
- ✓ la résistance mécanique (rupture, éclatement,flexion)

II.7.3. Les risques d'origine mécanique :

- ✓ Ecrasement
- ✓ Cisaillement
- ✓ Coupure, sectionnement
- ✓ Happement, enroulement
- ✓ Entrainement, engagement
- ✓ Chocs
- ✓ Perforation, piqure.
- ✓ Abrasion.
- ✓ Ejection de fluide sous haute pression.
- ✓ Projection de pièces outil.

II.7.4.Exemples illustrant différents risques d'origine mécanique :

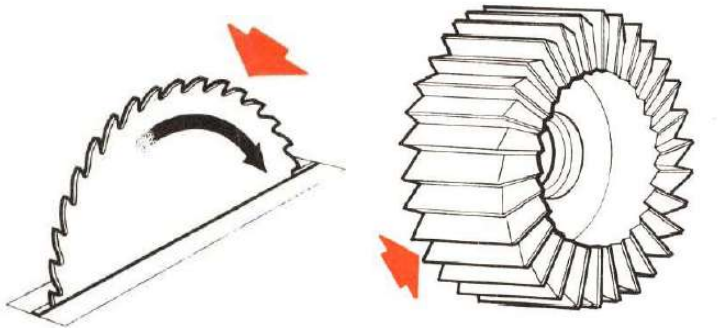
❖ **<u>Coupure, projection, entraînement, sectionnemet</u>**

Paramètres à considérer :

- ✓ vitesse
- ✓ Dimensions, accessibilité
- ✓ forme, état des Surface
- ✓ fixation des éléments
- ✓ Résistance mécanique

Exemples:

- ✓ fraise de toupie
- ✓ lame de scie
- ✓ disque de tronçonnage



FigureII .1 : Exemple de risque Coupure, projection, entraînement, sectionnement**.**

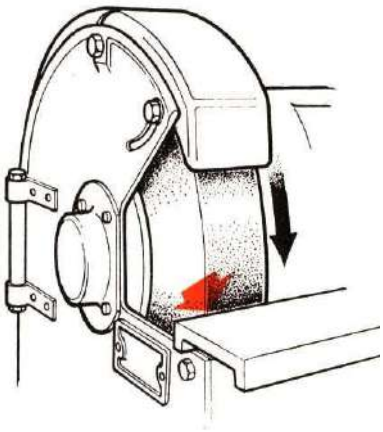
❖ **Entraînement, sectionnement, brûlure, projection**

Paramètres à considérer:

- ✓ **couple**
- ✓ **matériau (cohésion,homogénéité)**
- ✓ **distances entre parties fixes ettournantes**
- ✓ **accessibilité**

Exemples :

- ✓ **tronçonneuse**
- ✓ **rectifieuse**
- ✓ **meuleuse.**



Fugure II .2 : Exemple de risque d'Entraînement, sectionnement, brûlure, projection

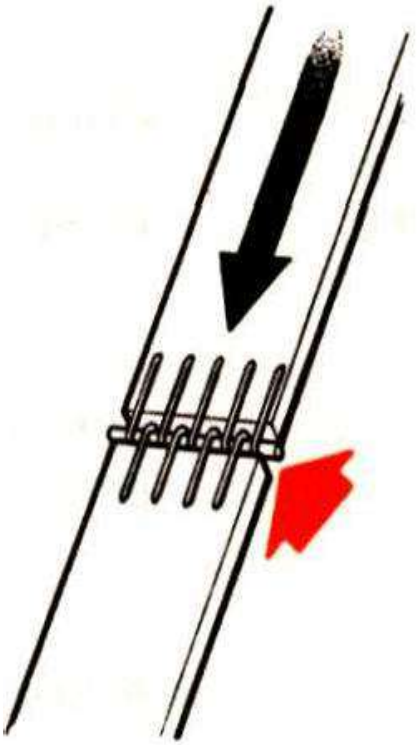
❖ **Entraînement, brûlure, piqûre**

Paramètres à considérer:

- ✓ **force**
- ✓ **forme,**
- ✓ **état de surface**

Exemples :

- ✓ **ponceuse à bande**
- ✓ **agrafe de corroi**
- ✓ **Piqûre, poinçonnement, perforation**



Figuer II . 3 : Exemple de risque de Entraînement, brûlure, piqûre**.**

❖ Piqûre, poinçonnement, perforation

Paramètres à considérer:

- ✓ **force**
- ✓ **fréquence**
- ✓ **écartement mini/maxi**

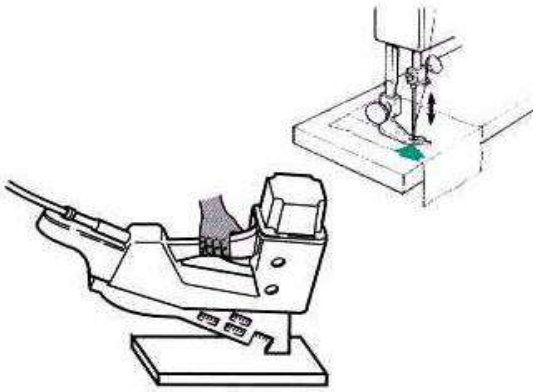


Figure II .4 : Exemple de risque de Piqûre, poinçonnement, perforation**.**

Exemples :

- ✓ **cloueuse**
- ✓ **agrafeuse**
- ✓ **poinçonneuse**
- ✓ **machine à coudre**

❖ **Entraînement, arrachement, choc**

Paramètres à considérer:

- ✓ **Couple**
- ✓ **inertie (masse +vitesse)**
- ✓ **diamètre, forme**
- ✓ **état de surface, accessibilité**

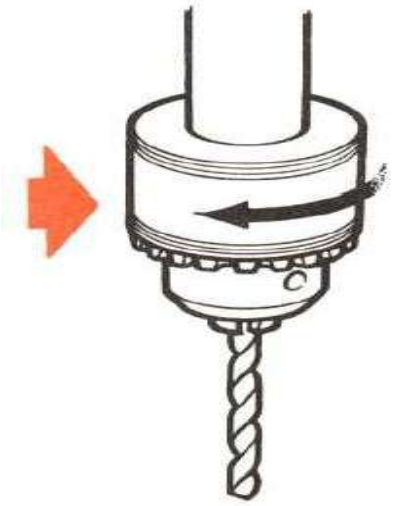


Figure II .5 : Exemple de risque Entraînement, arrachement, choc**.**

Exemples :

- ✓ **vis d'Archimède**
- ✓ **broche**
- ✓ **mandrin**

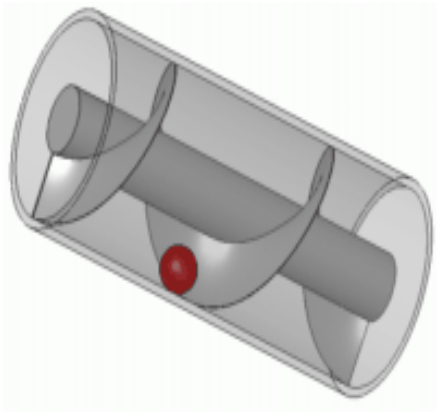


Figure II .6 : Exemple de risque de mandrin**.**

❖ Ecrasement, cisaillement,chocs

Paramètres à considérer:

- **(masse +vitesse)**
- **force**
- **Ecartement mini/maxi**
- **recul des pièces**

Exemples :

- **machines à bois**
- **presses**
- **machine de moulage**
- **unité d'avance**

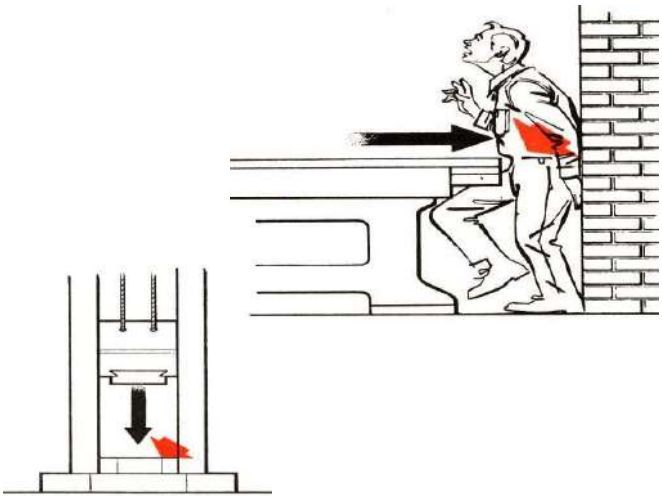


Figure II .7 : Exemple de risque d'Ecrasement, cisaillement**[10]**

II.7.5. la prévention de risque mécanique :

II.7.5.1.Fonctions de sécurité directe (NF EN 292-1) :

Deux catégories de fonctions de sécurité directe:

- ✓ .Les fonctions de sécurité proprement dites : spécifiquement Destinées à assurer la sécurité
- ✓ Les fonctions conditionnant la sécurité proprement dites = les autres fonctions de sécurité direct

II.7.5.1.1.Fonctions de sécurité proprement dites:

- ✓ Fonctions prévenant la mise en marche imprévue/intempestive (dispositif de verrouillage associé à un protecteur),
- ✓ Fonction de commande biannuelle, …

II.7.5.1.2.Fonctions conditionnant la sécurité proprement dites :

- ✓Commande manuelle d'un mécanisme dangereux pendant les phases de réglage, les dispositifs de protection ayant été neutralisés, Régulation de la vitesse ou de la température maintenant la machine dans des limites de fonctionnement sûres.

II.7.5.2.Fonctions de sécurité indirecte (NF EN 292-1) :

- ✓ Fonctions dont la défaillance n'engendre pas Immédiatement Un risque, Mais abaisse ce pendante niveau de sécurité. En fait partie, notamment, L'auto surveillances Fonctions de sécurité directe.

Exemple :

L'auto surveillance du bon fonctionnement d'un détecteur de position Dans un dispositif

De déverrouillage.

II.7.5.3. L'auto surveillance (NF EN 292-1) :

- ✓ Fonction de sécurité indirect grâce à laquelle une action de sécurité est déclenchée si l'aptitude d'un composant ou d'un constituant à assurer sa fonction diminue, ou si les conditions de fonctionnement sont modifiées de telle façon qu'il en résulte un risque.

II.7.5.4.Dispositif de verrouillage :

- ✓ Dispositif de protection mécanique électrique ou Autre technologie, destiné à Empécher certaine éléments de machine de fonctionner dans certaine conditions (généralement tant qu'un protecteur n'est pas fermer).**[10]**

II.8. Le risque électrique :

II.8.1.Introduction

L'énergie électrique est aujourd'hui la forme d'énergie la plus employée Ceci est du fait qu'elle est simple à produire, transporter et transformer Cette énergie peut très facilement être transformée en d'autres énergies.

II.8.2. Définition de risque électrique :

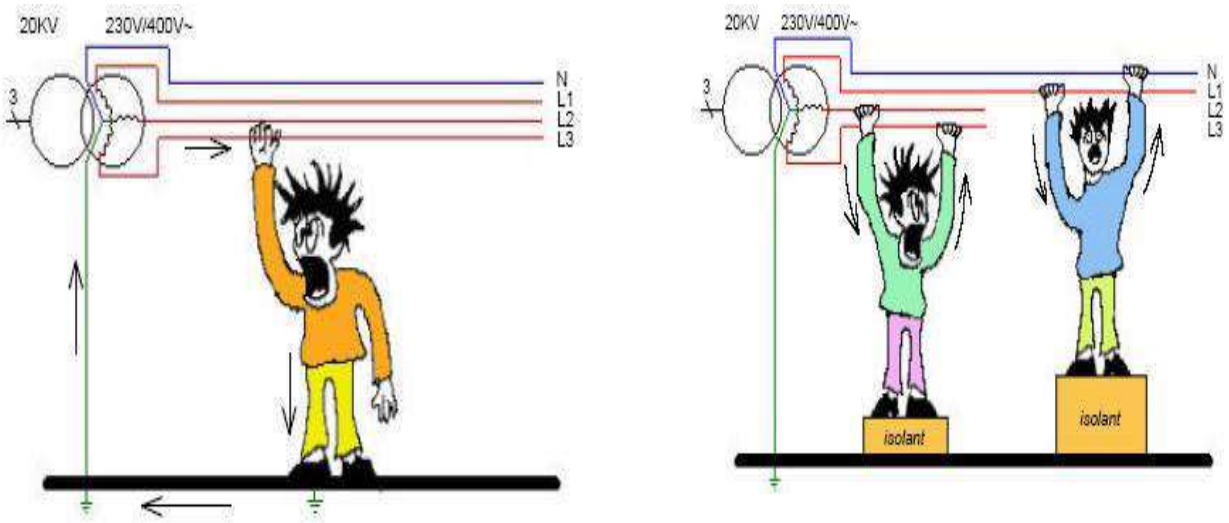
Une situation dangereuse ou un travailleur pourrait faire un contact électrique avec de l'équipement ou un fil sous tension dont le choc pourrait lui causer des dégât matériel et humaine**. [11]**

II.8.3.les contact de risque électrique

On distingue deux types de contacts :

II.8.3.1.Les contacts directs

La personne entre en contact avec une partie Normalement sous tension.

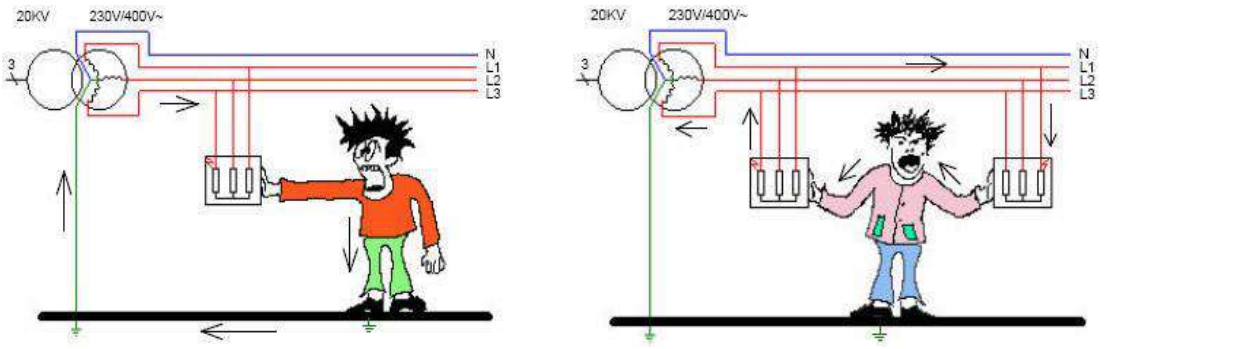


Contact entre: une partie active sous tension et un élément conducteur relié à la terre.	Contact entre: une partie active sous tension et une autre partie active sous tension.

Figure II . 8: schème représente le risque électrique par le contact direct**.**

II.8.3.2.Les contacts indirects :

Le personne entre en contact avec une partie qui n'aurait pas du être sous tension :



Contact entre: une masse mise accidentellement sous tension et un élément conducteur relié

Contact entre: une masse mise accidentellement sous tension et une autre masse mise accidentellement sous

Figure II .9 : schème représente le risque électrique par le contact indirect**[12]**

II.8.4.Les facteur de danger :

La gravité des dommages corporels provoqués par le courant électrique résulte de la conjugaison de plusieurs facteurs concomitants :

- ✓ l'intensité du courant circulant à travers le corps humain, valeur qui dépend-elle-même de la source d'énergie électrique (tension, puissance) et du milieu d'activité (isolant ou très conducteur),
- ✓ la durée de passage du courant travers le corps humain,
- ✓ la surface et la zone de contact,
- ✓ la susceptibilité particulière de la personne soumise à l'action du courant électrique

II.8.5.Dangers du courant électrique :

- ✓ L'électrisation : C'est un accident d'origine électrique n'ayant pas entraîné la mort de la victime.
- ✓ L'électrocution :C'est un accident d'origine électrique ayant entraîné la mort de la victime . **[13]**

Effets du courant électrique sur le corps humain

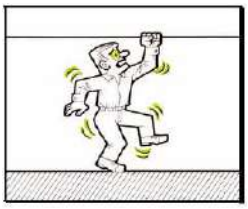


Figure II .10 : Présentation de l'effet de courant électrique sur le corps humain**[14]**

Les effets du passage du courant électrique au travers du corps humain Sont de différentes Natures :

II.8.6.1.Effets thermiques *:*

Des brûlures superficielles peuvent Apparaître à partir de courants relativement faibles (De l'ordre De10 mA) si le contact est maintenu pendant plusieurs minutes.

II.8.6.2.Effets tétanisant:

En courant alternatif, les muscles Situés sur le trajet du courant se contractent. Par Exemple les mains serrent fortement le conducteur empêchant tout Dégagement volontaire . Les risques de brûlures sont alors accrus.

II.8.6.3.Effets respiratoires et circulatoires :

Des courants de l'ordre de30 mA prolongés suffisent à bloquer les muscles respiratoires. Pour des valeurs supérieures, on à fibrillation puis arrêt cardiaque.

Les effets du courant électrique sur l'être humain sont représentés sur le tableau ci dessous. Le trajet passe ici par les organes vitaux**. [14]**

Intensité	Perception des effects	Temps
0,5ma	Sensation très faible	
6 Ma	Perception cutanée douloureuse	
8 Ma	choc au toucher, réactions brutales	
10Ma	Contraction des muscles, seuil de non lâché (tétanisation)	4 mn
15mA	Impossibility d'auto liberation	
30mA	Paralysis des muscles répiratoires	30s
75mA	Seuil de fibrillation cardiaque Irréversible	
1 A	Arête cardiaque	25 ms

Tableau II .1 : l'effet du courant électrique sur l'être humain**[14]**

II.8.7.Les mesures de protection :

II.8.7.1.L'éloignement :

L'éloignement consiste à prévoir une distance entre les parties actives et les personnes de telle sorte qu'un contact fortuit soit impossible directement ou indirectement par l'intermédiaire d'un objet conducteur (perches, tubes métalliques…).

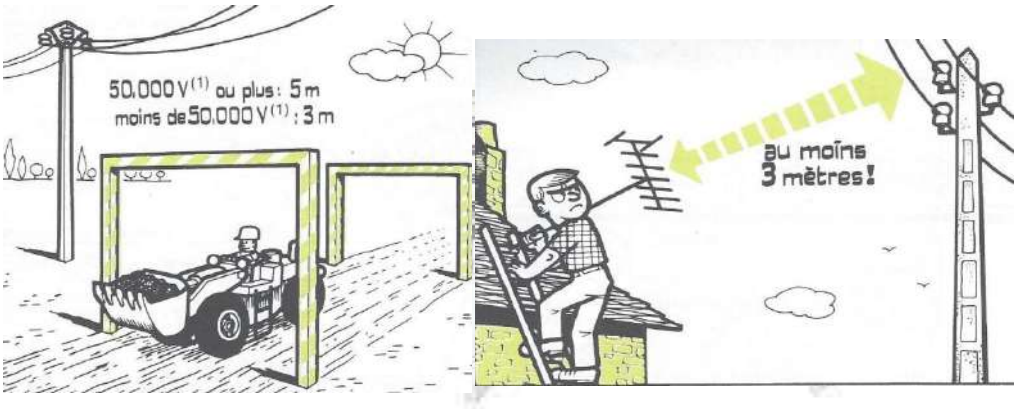


Figure II .11 : les mesures de protection électrique par l'éloignement**.**

II.8.7.2.L'interposition d'obstacles :

L'interposition d'obstacles consiste à disposer des obstacles entre les personnes et les parties sous tension. L'obstacle est utilisé lorsque l'éloignement ne peut être assuré.

L'interposition d'obstacle consiste également en l'utilisation d'enveloppes(boîtiers, coffrets, armoires, etc.) permettant de protéger les personnes contres les contacts directs.



Figure II .12 : les mesures de protection électrique par l'interposition d'obstacles**.**

II.8.7.3.L'isolation :

L'isolation consiste à recouvrir les parties actives par une isolation appropriée. L'isolation intervient lorsque l'éloignement et les obstacles ne peuvent être utilisés. **[15]**

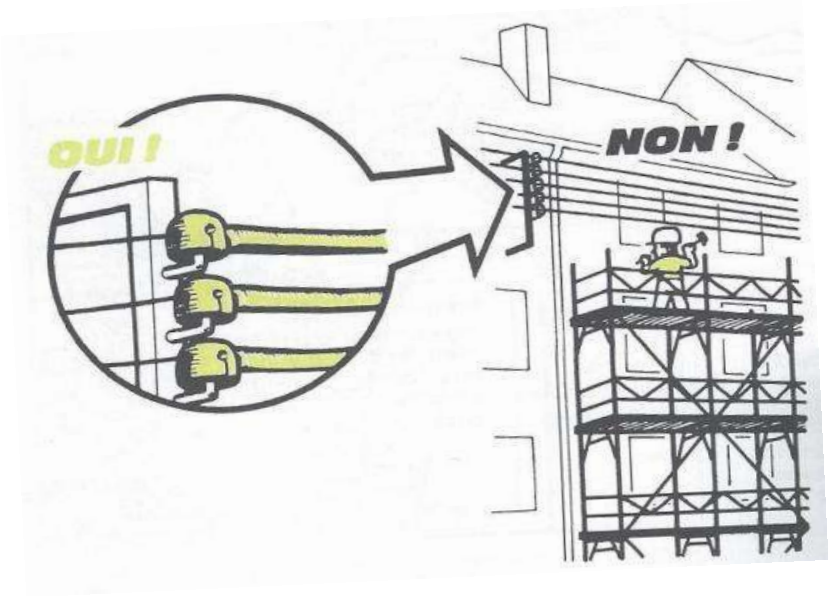


Figure II .13 : les mesures de protection électrique par l'isolation.**[15]**

II.8.8.Conclusion :

Aujordui Le monde industriel est témoigne des plusieurs victime et des Perte Humaines dues au risque électrique, donc pour toutes les familles industrielle doivent un sens Des responsabilités face à ce danger .

II.9.Le risque de bruit :

II.9.1.introduction :

L'exposition des travailleurs au bruit est une situation Fréquente et représente l'une de risque professionnels Les plus courants en milieu professionnel Aux Etats-Unis Par exemple, selon l'estimation du Ministère en charge du Travaille, plus de 53, 3٪ des Travailleurs des industries Manufacturières et des services Généraux sont exposé sa des Niveaux de bruit quotidiens Supérieurs à 80 dB(A), et33, 4٪ Sont concerné par des Expositions supérieures à 85 dB(A) dont 19,3٪dépassent 90 dB(A) .Ces niveaux de bruit représentent Un danger potentiel Pour leur audition et risquent de produire D'autre effet Indésirables allant du simple effet de masque, a la Fatigue auditives la surdité.

II.9.2.Définition de bruit :

Son indésirable, tout phénomène acoustique produisant une sensation auditive désagréable et gênante (AFNOR).

II.9.3.Comment mesure le bruit ?

Le bruit se mesure à l'aide d'un sonomètre et s'exprime En belle voir Décébale (D B)

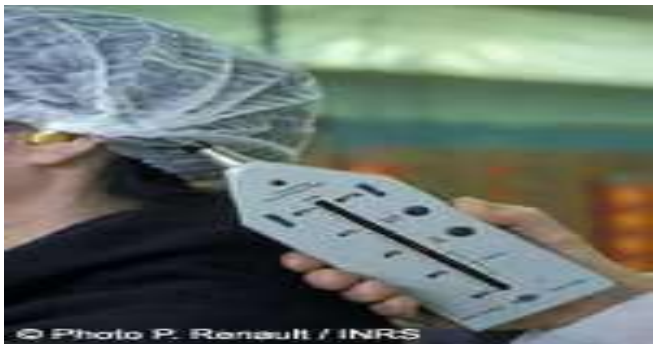


Figure II .14 : appareille de mesurer le bruit**. [**

II.9.4.Cadre législatif : AR DU 16/01/2006 : protection de la santé et de la Sécurité des travailleurs contre le risque lié au bruit Sur le lieu de travail L'employeur doit :

- ✓ Evaluer l'exposition au bruit des employés.

- ✓ Archive les mesures et les risque.
- ✓ Appliquer des mesures des contrôles.
- ✓ Mise à disposition de moyens de protection.

II.9.5.Les Nivea de bruit :

On mesure physiquement les niveaux de bruit en décibels pour prendreen compte le niveau réellement perçu par L'oreille, on utilise le décibel pondéré A, dont L'observation est dB (A). [16]

- ✓ 0 dB(A) =bruit le plus faible qu'une oreille (humaine).
- ✓ 50 dB(A) =niveau habituel de conversation.
- ✓ 80 dB(A) =seuil de nocivité (pour exposition de 8h/j.
- ✓ 120 dB(A)=bruit provoquant une sensation douleurs.

Seuils limits d'exposition auditive

Niveaux sonore Db	Exposition/jour	Dose
85	8 H	100%
88	4 H	100%
91	2 H	100%
94	1 H	100%
97	½ H	100%

Tableau II . 2 : les seuils limites d'exposition additives **[16]**

II.9.6. L'effet de bruit :

II.9.6.1.L'effet de bruit sur l'audition :

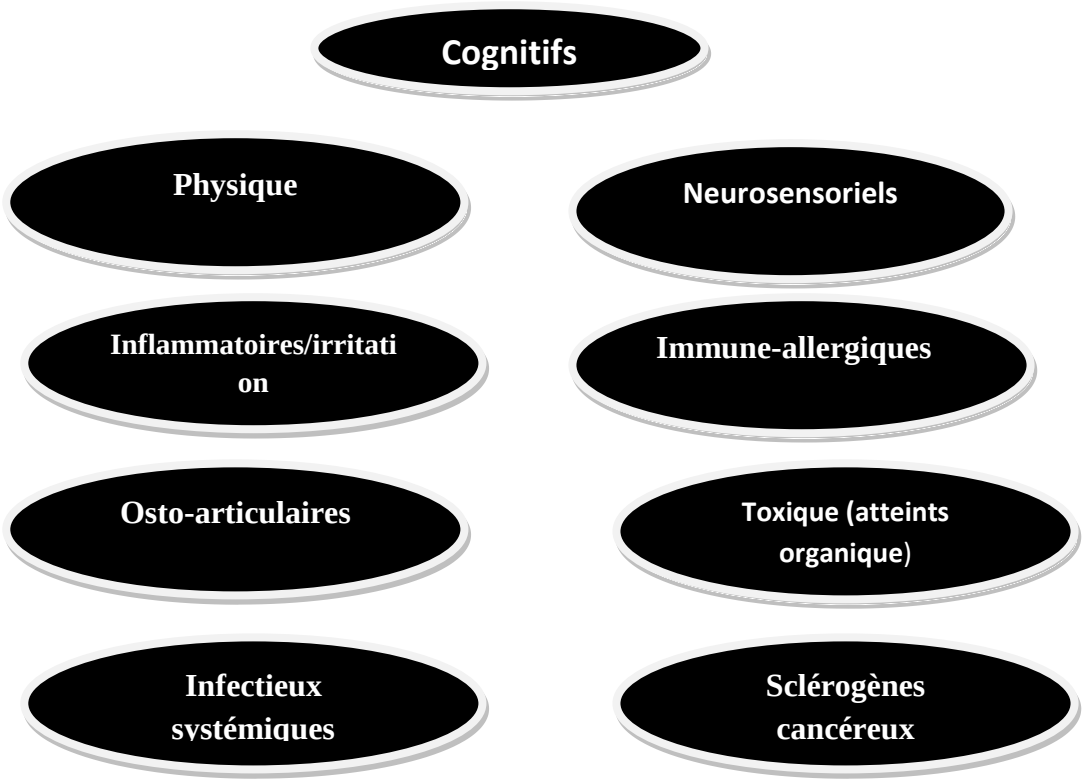
La surdité :

1erstade: On ne se rend pas compte de la baisse,

2ème stade : On devient «dur d'oreille», on commence à faire répéter,

3ème stade : La surdité est profonde et irréversible, on n'entend plus.**[17]**

II.9.6.2.L'effet sur la santé



Fuguer II .15 : schéma de l'effet de brui sur la santé**. [17]**

II.9.7.La prévention de risque de bruit :

II.9.7.1.Evaluation des risques :

Les services de santé au travail peuvent l'aider dans la Réalisation de mesures de bruit (médecins du travail Ergonomes, technicien en Ergonomie …).

II.9.7.2. Etablier une fiche d'exposition au bruit :

La médecine du travail établie cette fiche qu'il joint Au dossier médical de salarié Auto santé propose un modèle de fiche d'exposition au Agents physique au format Word.

II.9.7.3.protection collective contre le bruit :

L'employeur est tenu de réduire le bruit au niveau Le plus bas raisonnablement possible elle permet d'agir des la conception, ou par correction des lieux de travail avec :

- ✓ Réduction le risque à la source
- ✓ Des machines plus silencieuses
- ✓ Des écrans qui limitent la réverbération
- ✓ Le coffrage des machines bruyantes
- ✓ Traitement acoustique du local

II.9.7.4.Protection individuelles :

Lorsque la protection collective est insuffisante, L'employer doit mettre à la disposition des salariés des EPI, équipements protection individuelle : **[17]**

- ✓ Casque anti bruit
- ✓ Bouchonnes d'oreille

Pour choisir les moyens de protection individuelle il faut
Tenir compte :

- ✓ Leur efficacité acoustique.
- ✓ Leur confort.
- ✓ Leur solidité.

II.9.8.Conclusion :

La perception du risque a été brièvement abordée. Bien que la communication des risques soit traitée à la sous-section L'importance de la communication en gestion des risques et des crises, il est important de mentionner que la perception du risque est présente dans les phases d'identification et d'évaluation du risque, et ceci, à l'intérieur des équipes multidisciplinaires qui font le travail.

Chapitre III : GESTION DE RISQUE INDUSTRIEL

III. Introduction :

L'analyse des risques consiste une identification Systématique et permanente et une analyse de la Présence des dangers et des facteurs des risques dans Des processus de travail et des situations de travail Concrètes sur le lieu de travail dans une entreprise , Dans ce chapitre nous allons présenter rapidement les Outils d'analyse des risques En insistant plus particulièrement sur l'outil d'analyse De risque.

III.1.Cadre législatif et documentation utile :

III.1.1.Cadre européen :

La directive "cadre", "Mise en œuvre de mesures visant à promouvoir L'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail"- 89/391/CEE, définit les responsabilités générales de L'employeur en matière de dépistage et d'élimination des Facteurs de risques.

Elle sert de cadre à une série de directives "particulières" qui cou- vrent des domaines bien définis La directive "cadre" et les directives "particulières" promulguées sur cette base poursuivent le même but:
PROTEGER LES TRAVAILLEURS.

III.2.Qu'est ce que la gestion de risque ?

La gestion des risque c'est une structure qui permet une Approche systématique pour identifier les risques Les évaluer et les gérer La gestion de risque d'entreprise couvre l'ensemble Des activités et permet à toutes les fonctions et Spécialisation, à travers une logique cohérente, de géré Des risque et de faire rapport.

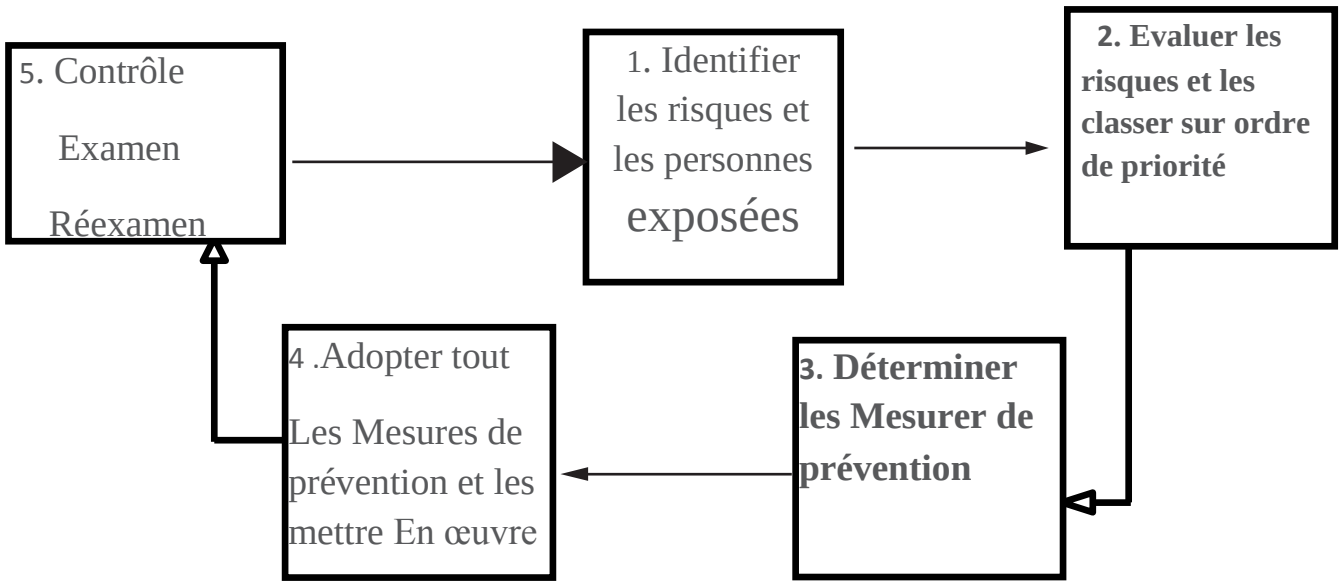
Elle fait partie intégrante de la culture d'entreprise et elle Est présente de la stratégie aux opérations quotidiennes En passant par les divers processus décisionnels de L'entreprise. Chaque est partie prenante en fonction des rôles et des Responsabilités en matière de gestion des risques Clairement définis, le tout supporté par un système (Informatique ou non) et par une formation adéquate.

III.3.Pourquoi la gestion de risque ?

- Mieux comprendre et réduire les risques et les pertes.
- Améliorer l'efficacité et l'efficience des activités.
- S'assurer de la conformité, de la régularité des Activité et de fiabilité des informations.
- Protéger la répulation et l'image de l'entreprise**[18]**

III.4.Les étapes de gestion de risque :

Le plan de gestion de risque il est composé sur cinq(5)Etape principale



III : structure plan de gestion de risque.**[19]**

Il va de soi que dans toutes les étapes de l'évaluation des risques, la concertation avec les salariés concernés reste un point important à ne pas négliger. L'information, la formation ainsi qu'une bonne instruction jouent un rôle majeur.

III.4.1.Etape 1: Identification des risques et des personnes exposées :

Cette étape consiste à dépister sur le lieu de travail les sources possibles D'accidents et à identifier les personnes qui peuvent y être exposées.

Il faut donc se rendre sur le lieu de travail et y repérer les éléments Pouvant Engendrer un dommage, car aussi longtemps qu'un danger N'est pas repéré, le risque y afférent ne pourra être ni analysé, ni géré.

De plus, pour chacun des dangers, il faut identifier les personnes Menacées.
Il ne suffit pas d'identifier les personnes directement exposées au danger, mais également celles qui sont indirectement exposées.

Outre les personnes actives sur un lieu de travail, il faut également considérer les groupes de personnes pouvant entrer en contact quel- conque avec le danger, comme par exemple les salariés d'un autre secteur devant passer par ce lieu de travail ou encore les personnes faisant partie de l'équipe de nettoyage.

III.4.2.Etape 2: Evaluer les risques et les classer par ordre de priorité :

Dans cette de7uxième étape, on évalue les risques liés à chaque danger. On vérifie donc à quel niveau le salarié est exposé au danger. Il faut évaluer dans quelle mesure le danger peut provoquer un accident ou une maladie, le niveau de gravité de cet accident ou de cette maladie et la fréquence à laquelle les salariés y sont exposés.

Une évaluation des risques s'avérera toujours difficile car elle est toujours sujette à une interprétation subjective qui peut mener soit à une surestimation, soit à une sous-estimation du risque. Une évaluation des risques s'avérera toujours difficile car elle est toujours sujette à une interprétation subjective qui peut mener soit à une surestimation, soit à une sous-estimation du risque.

III.4.3.Etape 3: Déterminer les mesures de prévention :

La troisième étape consiste à déterminer les mesures afin d'éliminer les risques ou, au moins, à les maîtriser. Il faut pouvoir déterminer si un risque peut être éliminé complètement ou dans le cas contraire mettre en place des mesures de façon à le contenir et s'assurer qu'il ne compromet pas la sécurité et la santé des salariés.

Il faut également tenir compte du fait que les risques détectés peu- vent s'additionner ou combiner leurs effets. Il est important de prendre en compte le résultat de l'évaluation des risques et de classer les mesures par ordre de priorité, de manière à appliquer en premier lieu les mesures de prévention qui sont les plus efficaces.

Les principes généraux sont :

- ✓ éviter / écarter le risque;
- ✓ s'adapter au progrès technique;
- ✓ améliorer le niveau de protection.

Important: les mesures de prévention ne doivent en aucun cas avoir pour Effet le déplacement du risque ou la création d'un nouveau risque.

III.4.4.Etape 4 : Adopter les mesures de prévention et les mettre en ouvre :

La quatrième étape consiste à mettre en œuvre les mesures de Prévention Déterminées auparavant. Il va de soi que toutes les mesures ne pourront être mises en œuvre Simultanément il faut donc établir un ordre de priorité en tenant compte de la gravité du risque et de ses conséquences.

Il faut aussi déterminer les personnes pouvant s'occuper de la mise en œuvre, le temps que cela va prendre et déterminer un délai de mise en œuvre. Parmi les mesures à réaliser, on pourra ainsi distinguer:

- ➢ les mesures applicables de suite et à moindres frais;
- ➢ les mesures provisoires à mettre en place en attendant les mesures applicables à plus long terme et plus coûteuses;
- ✓ les mesures applicables à terme et représentant des frais plus Élevés.

Pour l'application de certaines mesures, une planification et un certain Budget Sont à prévoir au préalable.

III.4.5.Etape 5: Contrôle - Examen - Réexamen et Enregistrement :

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

Il s'agit non seulement de vérifier si les risques ont pu être éliminés ou écartés entièrement ou s'ils ont pu être diminués de façon à pourvoir les maîtriser mais aussi

si aucun nouveau risque n'a été créé suite à l'application des mesures.

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

Il est indispensable d'effectuer à nouveau une évaluation des risques chaque fois qu'il y a eu un changement dans l'entreprise.

Ce changement peut se situer au niveau organisationnel, au niveau du personnel ou être de nature technique. Il peut s'agir, par exemple, de la création d'un nouveau poste de travail, l'engagement de nouveaux salariés, l'installation d'une nouvelle machine L'introduction d'un nouveau procédé ou l'introduction d'un nouveau Produit.

Finalement, avoir enregistré l'évaluation des risques est toujours Avantageux lors des contrôles et des examens.

Un bon énergie- trament peut servir en tant que:

- ✓ base pour les réexamens et les évaluations des risques à venir;
- ✓ preuve destinée aux organismes de contrôle;
- ✓ information à transmettre aux personnes concernées.

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

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

III.5.Les outilles de gestion des risques:

La méthode ou l'approche parfaite en ce qui concerne la gestion des risques n'existe pas: il faut donc faire un choix entre différentes a proches (manières d'aborder le sujet) et différentes méthodes (outils)afin de savoir laquelle s'adapte le mieux aux objectifs à atteindre et aux caractéristiques de l'entreprise. On peut

combiner différentes méthodes ou les utiliser l'une après l'autre.

III.5.1.Exemples d'approches :

- ✓ l'approche participative / individuelle: l'analyse des risques peut se faire par une personne seule ou par un groupe de personnes.
- ✓ l'approche généraliste / spécialisée: les méthodes d'analyse peuvent être généralistes,

  C.-à-d. axées sur un ensemble d'éléments ou spécialisées, c.-à-d. axées sur un Élément En particulier tel qu'une machine par exemple.
- ✓ l'approche directrice / autonome: les méthodes d'analyse peuvent être directrices, comme par exemple des listes de contrôle, ou peuvent laisser une plus grande marge de manœuvre aux analystes.

III.5.2.Exemples de méthodes d'identification des risques:

III.5.2.1.La méthode heepo (homme équipement environnement produit organisation):

Cette méthode considère la situation de travail comme un système composé de différents facteurs en interaction qui doivent être pris en compte dans le travail d'identification des risques. L'utilisation de la méthode HEEPO se fait en posant systématiquement des questions scalquées sur le même moule. Cette méthode s'avère utile pour détecter et inventorier les risques et assure une réflexion plus approfondie puisqu'elle structure les éléments de manière systématique.

III.5.2.2.Check-list:

Il s'agit d'un questionnaire portant sur les différentes situations, énumérant point par point des facteurs ou des situations à con- trôler pour un certain poste ou équipement de travail. Une check-list peut être générale ou spécifique. Elle permet de passer en revue de manière systématique les différents points d'attention, mais elle doit être adaptée en fonction du groupe l'utilisant et de la situation à analyser.

III.5.2.3.Les audits:

Il s'agit d'une radioscopie de l'élément faisant l'objet de l'analyse. L'audit peut porter sur la sécurité, l'hygiène, le bien-être ou encore la qualité et l'environnement. Il peut être effectué par un auditeur in- terne ou externe. Il fait généralement l'objet d'un rapport présentant le contenu et les résultats de l'analyse effectuée et pouvant contenir aussi des suggestions d'amélioration. L'audit risque cependant de refléter seulement la vision des choses de l'auditeur seul.

III.5.2.4.Les profils de poste:

Il s'agit ici d'une analyse du poste de travail qui amène une réflexion globale sur le poste étudié. Cette analyse favorise une approche intégrée de la qualité du travail et porte aussi bien sur la sécurité et l'ergonomie que sur les aspects psychosociaux.

III.5.2.5.La méthode fmea (faiure made and effect analysis):

Cette méthode s'avère particulièrement appropriée pour la détection des risques dans les installations commandées automatiquement. Le fonctionnement, potentielle mention correct ou dangereux du système est analysé sur base du comportement potentielle menti correct des différents composants de ce système. Ensuite, les différents composants sont analysés séparément.

III.5.3.Exemples de méthodes/techniques d'évaluation des risques :

III.5.3.1.Le tableau à 2entrées :

Il s'agit d'une matrice qui permet de classer les événements dangereux en fonction de la gravité et de la probabilité des dommages. C'est une méthode simple et utile pour quantifier et justifier. Elle permet de déterminer les actions prioritaires, mais pas d'analyser les causes ou de déterminer des mesures de prévention.

Le résultat de l'évaluation apparaît dans une des trois zones:

- ✓ Zone rouge : risques inacceptables - prendre des mesures Immédiatement

- ✓ Zone jaune: risques inacceptables à long terme - prendre des Mesures à court terme et chercher des mesures durables
- ✓ Zone verte : risques "acceptables" si bonne utilisation des Équipements de protection individuelle

Gravité				
Très importante Invalidité Permanente				
Important Incapacitié Temporaire				
Moins important Sans incapacité				
Peu important Incident				
	Peu probable	Possible	Fort possible	A attendre
	Probabilité			

Tableau **III . 1** : Méthode évaluation de risque en fonction la gravité et la probabilité

III.5.3.2.Matrise :

Matrise est un logiciel d'analyse des risques développé par le Service de Santé au Travail de l'Industrie (STI).Il permet d'assurer la structuration des postes de travail et leurs risques de même que l'inventaire des postes à risques, des accidents de travail et autres. Il sert aussi à visualiser l'inventaire des problèmes à résoudre et des mesures à prendre, les mesures de prévention existantes et les procédures de travail. Les listes de contrôle qui permettent l'analyse et l'évaluation des risques sont adaptables aux besoins de l'utilisateur.

La gestion des accidents du travail couvre le suivi individuel des accidents la production de statistiques, l'analyse multifactorielle des causes et la transmission électronique de la fiche de déclaration d'accident.

Finalement, Matrise contient aussi les lois et règlements les plus récents en matière de sécurité et de santé au travail.

III.5.4.Conservation des documents :

Après l'évaluation des risques se pose la question de la conservation ou de l'archivage des documents résultant de l'évaluation des risques en vue de la gestion ultérieure. Exception faite de certaines catégories de risques comme par exemple les risques physiques (bruit, vibrations, rayonnements, etc.), les textes légaux n'imposent pas de période déterminée pendant laquelle la documentation doit être sauvegardée dans l'entreprise.

Il est toutefois recommandé de conserver au moins 5 ans les documents concernant les risques liés à la sécurité et 30 ans ceux concernant le risques liés à la santé (p.ex.: bruit, substance scancérigènes, mutagènes…) car les conséquences néfastes provenant de ces risques ne peuvent apparaître qu'après de longues périodes, voire même des décennies.

III.5 .5 Exemple :

III.5.5. 1.Equipements de travaille :

Risque d'accidents causés par l'action Mécanique (coupure, perforation, etc.)

D'une machine, d'une partie de machine, d'un outil portatif.

.

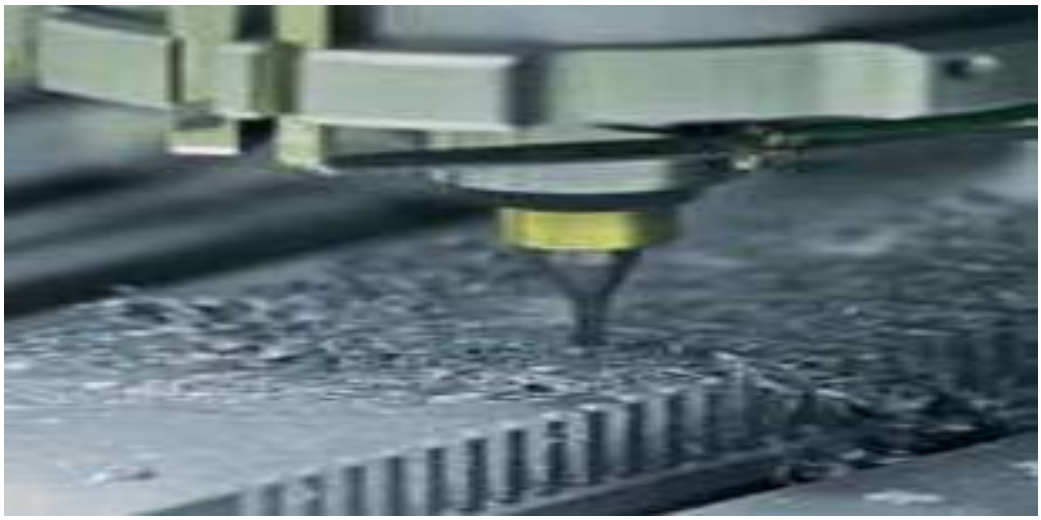


Figure 18: risque d'accidents mécanique d'une machine. **[19]**

III.5.5. 2.Identification :

- ✓ Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement.
- ✓ Dangers liés aux matériaux usinés, analysés ou traités (fluides chauds, Vapeurs, poussières, copeaux, etc.)
- ✓ Dangers liés aux produits utilisés pour l'usinage, l'analyse ou le traitement de matériaux.

III.5.5. 3.Modalités d'exposition :

- ✓ Parties mobiles accessibles au personnel.
- ✓ Fluides ou matières pouvant être projetés.
- ✓ Utilisation d'outils tranchants.
- ✓ Toutes situations au cours desquelles il y a possibilité D'écrasement, De cisaillement, de happement, de heurt, de choc, D'enroulement, etc.

III.5.5. 4.Moyens de prévention :

- ✓ Formation et information du personnel
- ✓ Protection des organes des machines en mouvement.
- ✓ Utilisation d'équipements de travail adaptés.
- ✓ Vérifications périodiques.**[19]**

- ✓ Signalisation des éléments ou zones à risques.
- ✓ Dispositifs d'arrêt d'urgence.

III.6. Les influences de fiabilité des équipements sur gestion de risque industriel :

La fiabilité des équipements est un sujet important pour tous les secteurs d'activité (hôpitaux, usines, ...), Cette dernier a connaît des implications pour l'amélioration du système de gestion des risques, Et c'est obtenue par les étapes suivant :

- Le traitement de toutes les demandes de travaux non réalisées Une remise à

Niveau de l'équipement

- Impliquez les dans la maintenance de premiers niveaux avec pour formateurs
- Mettez en place le suivi de l'indicateur TRS (Taux de rendement synthétique)

En affichant les résultats quotidiens. Cet indicateur permet le suivi de

La performance de l'équipement engagé en production (mesure en pourcentage)

- Constituez un groupe pluridisciplinaire dans l'établissement du cahier des

Charges du futur investissement et pratiquez (A D D) et (BDF) Moyens

(Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité). Cet outil

De sûreté de fonctionnement est très puissant pour anticiper les risques de

Dysfonctionnements des organes de vos machines et il vous oblige à mettre

En œuvre des actions de préventions pour réduire les impacts

- Pratiquez le retour d'expérience, Intégrer dans les nouvelles conceptions.

(Pour ne pas reproduire les erreurs du passé)

- Standardisez les bonnes idées et bonifiez votre expérience : changement de

Matières des pièces d'usure, contrôles vibratoires supplémentaires,

Facilitation des contrôles, mise sous MSP des équipements, allongements

des Durées de vie

- changeant les habitudes et les processus : achat du matériel, choix de

L'équipement, critères et cahier des charges, conception du moyen.

- Impliquez vos fournisseurs, vos bureaux d'études et vos acheteurs dans cette

Étape cruciale.

- Au démarrage des équipements, assurez un suivi pointilleux de ceux-ci par

Un rituel quotidien sur les alarmes et les dysfonctionnements avec les

Utilisateurs-Mainteneurs (c'est-à-dire les producteurs-utilisateurs et la

Maintenance).

- Un stock de pièces de rechanges : Cette outil est sur les moyens et longs

Termes avec pour juges : le TRS, le MTTR et le MTBF, le taux de pannes de

Cet équipement

III.7 .Conclusion :

La perception du risque a été brièvement abordée, bien que la communication de Risque Soit traité à sous – section l'importance de la communication en gestion Des risques et des crises, Il est important de mentionner que la perception du Risque est présente dans les phases D'identification et d'évaluation du risque et ceci, à l'intérieur des équipes multidisciplinaires Qui font le travail .

Conclusion générale

On conclut après cette recherche dans le cadre de la préparation de cette article Que l'impact de fiabilité des équipements sur gestion de risque industriels est indispensable Pour leur performance des system.

La mise en œuvre d'un processus de caractérisation de la fiabilité des équipements Représente des efforts et des coûts importants. De plus, les résultats doivent être analysés Adéquatement afin d'en garantir l'interprétation. Dans un projet global d'amélioration, Il faut s'assurer, que les méthodes et procédures suivies pour la caractérisation des Paramètres de fiabilité des équipements sont conformes aux standards internationaux.

Il faut aussi disposer de systèmes de traitement de l'information efficaces, principalement Pour colliger les défauts observés et les interventions effectués sur les équipements.

Il faut aussi une philosophie et une culture d'entreprise qui favorise la mise en œuvre D'un programme de fiabilité prévisionnel axée sur la performance.

A autre face Le choix de la méthode à appliquer dans ce type d'équipement Mécaniques fait en fonction des données recueillies.

Dans notre travail, nous avons étudié les principales lois utilisées en fiabilité ainsi que Les différentes méthodes de détermination des paramètres de fiabilité qui caractérisent le Degré De défaillance et permettent de bien suivre l'état des équipements et de choisir Le type de la maintenance à appliquer, Après une étude bibliographique, nous avons Constaté que le calcul de la fiabilité des system dépend de cinq facteurs essentiels :

1. la notion du taux de défaillance constant n'existe pas ; car en mécanique le taux de Défaillance est une fonction non linéaire du temps dans chaque phase de la vie de L'équipement.

2. Le recueil des données de fiabilité est difficile : Il dépend essentiellement de L'organisation et la gestion de la maintenance ; afin de bien exploiter les données

Historiques des équipements

3. La méthode d'analyse des défaillances ; car les systèmes sont de plus en plus complexes

Et performants dans le cadre gestion de risque industriel

4. Le choix de la méthode pour l'évaluation de la fiabilité dépendra des objectifs fixés et

Des outils disponibles.

On constate que la fiabilité des équipements sont les plus sensibles et influent

Directement sur le coût de la maintenance et sur les ateliers de la production en générale

En terme de perspective, nous envisageons la détermination des paramètres de fiabilité et

La période optimale de maintenance préventive par simulation numérique afin de pouvoir

Traiter beaucoup plus de données dans un délai très court et de mettre en place une

Maintenance prévisionnelle gérer par modélisation et simulation numérique par les

Modèles déterministes

5. La détérioration et l'amélioration du système de gestion des risques sont grandement

Affectées a Fiabilité des équipement .

Références bibliographique

- ✓ **[01] :**Mimoire sur le thème application aux réseaux élextrique- file:///G:/RBD_Application_aux_r%C3%A9seaux_electriques%20(1).pdf
- ✓ **[02]** : **loi de BERNOLI** https://www.youtube.com/watch?v=Hnk45Jk7DGk
- ✓ **[03]** : **loi de Binomial**

  https://www.youtube.com/watch?v=YMCMsMPWrcI&t=61s

- ✓ **[04]:loi de poisson**

  webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:fXRjRaLq5qAJ:https://fr.wikiversity.org/wiki/Variables_al%25C3%25A9atoires_discr%25C3%25A8tes/Loi_de_

- ✓ **[05]: loi exeponetiel**

  https://www.youtube.com/watch?v=zOod3hghw2Q
- ✓ **[06]** :**loi de weibelle**

  https://www.youtube.com/watch?v=Z4POYFyJ_t4

- ✓ **[07]: loi uniforme**

  https://www.youtube.com/watch?v=KYVH7H9FGdQ

- ✓ **[08] : risque industreil** **file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/introduction_risque_industriel_cle7da8c8%20(3).pdf**

- ✓ **[09] : l'effet de risque industriel**

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6GBbhs2God4J:https://dimenc.gouv.nc/sites/default/files/download/28828255.pdf+&cd=4&hl=ar&ct=clnk&gl=dz

- ✓ **[10] : Risque Mécanique** **file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/Risques_mecaniques_PHR103_2012%20(1).pdf**

- ✓ **[11] : Risque Electrique**

file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/Les%20risques%20electriques.pdf

- ✓ **[12] :Les contacts de risque electreique**

  file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/Les%20risques%20electriques.pdf

- ✓ **[13] : FACTEUR DE DANGER DE RISQUE ELECTRIQUE**

  14-file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/prevention_des_risques_electriques.pdf

- ✓ **[14] : l'effet de courant électrique**

  16-file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/Les%20risques%20electriques.pdf

- ✓ **[15]: mesure de prévention de risque électrique**

  file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/prevention_des_risques_electriques.pdf

- ✓ **[16]** :**risque de bruit**

  file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/op5_1_at.pdf

- ✓ **[17]** :**L'effet de risque bruit**

  file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/Plaquette-Bruit%20(1).pdf

- ✓ **[18]** :**gestion de risque industreil**

  file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/bib_gestion_risques_2017_sd.pdf

- ✓ **[19] :les étape de gestion de risque industreil**

  file:///C:/Users/SANDA20/Desktop/F008002.pdf