

République l'Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**



CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Spécialité : Génie mécanique

Option : Maintenance des équipements industriels

Thème

**Impact des vibrations des machines sur
corps humain au l'unité industrielle.**

Réalisé par :

frioua ali

tahraoui abdefattah

Saoud Ahmed

Encadré par :

largot soulef

PROMOTION 2015

Introduction générale

Chapitre I

I.1. Introduction	5
I.2. NOTION DE BASES DE LA SECURITE	5
I.3. LA STRUCTURE DE LA SECURITE	6
I.4. IDENTIFICATION DES TERMES LIES A LA SECURITE :	7
I.5. DEFFERENTS TYPES DES RISQUES INDUSTRIELS	8
I.6. NOTION DE BASE DE LA VIBRATION	9
I.7. CONCLUSION	17

Chapitre II :

II.1. Introduction	15
II.2. EFFET SUR LE CORPS HUMAN	15
II.3. LES METHODE D EVALUATION	23
II.4. CONCLUSION	27
Conclusion générale	29
ANNEXE1	
ANNEXE2	
BIOGRAPHIE	

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions ALLAH, notre créateur de nous avoir donné les forces pour accomplir ce travail.

*Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur **Largot Soulef** qui a proposé le thème de ce mémoire, aussi pour ses conseils et ses orientations.*

Introduction Générale

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Sous la pression de la **concurrence** mondiale, les installations de production ont vu leurs performances croître régulièrement. Les machines sont de plus en plus performantes, l'optimisation des paramètres de fonctionnement et l'efficacité sont en permanente progression.

Il s'ensuit une mauvaise maîtrise des installations industrielles d'où la conséquence des pannes qui entraînent des arrêts non programmés, des accidents de travail et des maladies professionnelles. Les coûts d'arrêt de production sont dans ces cas nettement supérieurs aux coûts de réparation et de remise en état. Ainsi la prévention et la protection des personnes et des machines a pour chaque entreprise un objectif économique.

Continuité dans la production, maintien de l'outil, respect de **l'environnement**, inaltération des personnes et succès économiques ne peuvent être garantis dans le temps qu'à l'aide d'une sécurité qui prévient efficacement les avaries et les pannes, et qui utilise de façon optimale le potentiel des personnes et des machines.

L'objectif principal d'une bonne sécurité est d'éviter ou de réduire les anomalies de fonctionnement avant qu'elles ne présentent un risque pour notre cas l'élément traité est celui de vibration.

Les travailleurs peuvent être soumis à des vibrations qui agressent progressivement le corps et causent des traumatismes. Elles ont pour sources outils tenus à la main, secousses transmises par le siège pour les conducteurs ou encore vibrations transmises par le sol. Leurs effets sont également destructeurs pour les équipements de travail et les matériaux en général.

Ces nuisances sécurisées par des actions préventives constituent les principales démarches de sécurité, qui doivent être évidentes pour les législations en matière de risques professionnels, qui ne permettent pas une évidente diminution des taux d'accidents et de maladies professionnelles.

Ces actions peuvent être déduites des méthodes d'évaluation qui donnent des informations sur l'état des organes, éléments et systèmes à évaluer durant la phase de surveillance.

La surveillance par les vibrations peut se révéler une méthode efficace pour parvenir aux résultats, et parfois à moindre frais. Ce dernier point qui représente l'aspect économique de la surveillance n'est pas négligeable pour un industriel. L'utilisation des vibrations fait intervenir une phase d'analyse du signal vibratoire recueilli sur l'organe à surveiller (soit les vibrations qui sont **transmises** à un travailleur ou qui sont générées par la machine).

Chapitre :I

1.1. INTRODUCTION

Dans le milieu industriel la liaison entre homme-machine, représente un grand risque d'accident de travail et des maladies du à diverses causes comme dans notre cas du à la vibration, et grâce aux mesures de sécurité misent en place par des spécialistes dans le domaine, ces dommages se trouvent diminuer ou éviter, c'est pour cela nous allons définir la sécurité et identifier la vibration dans ce chapitre .

1.2. NOTION DE BASE DE LA SECURITE

1.2.1. La sécurité

Aptitude d'une entité à ne pas causer de dommages dans des conditions données ou à ne pas faire apparaître, dans des conditions données, des événements critiques ou **catastrophiques**.

1.2.2. Rôle de sécurité

Le rôle de la sécurité c'est l'amélioration des performances globales de l'entreprise en différents enjeux par des systèmes sécurisants et fiables.

1.2.3. Le système de sécurité au travail

La sécurité au travail s'organise dans un système complexe qui recouvre des enjeux variés.

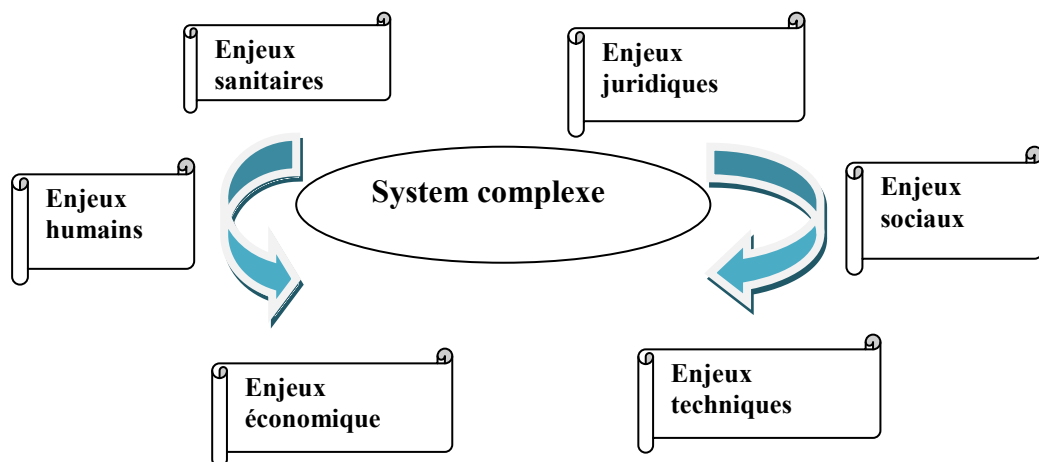


Figure 1.1 les enjeux de la sécurité au travail

1.2.4. Enjeux sanitaires

Le travail est un déterminant de santé publique. On note une forte influence des facteurs professionnels (risques, exposition aux risques et pathologies associées) et des

conditions de travail inégalitaire (selon les catégories socioprofessionnelles et/ou le statut professionnel).

1.2.4.1.Enjeux économiques '

Des effets négatifs sous la forme de couts directs (comme les cotisations payées par l'entreprise à la sécurité sociale au titre des accidents du travail et des maladies professionnelles), et de couts indirects (perte de production, climat social, cout de remplacement du salarié, etc.).

- Des effets positifs par la compétitivité.

1.2. 4. 2. Enjeux sociaux

Réduction de la défiance vis-à-vis des risques professionnels, l'impact des risques industriels sur l'environnement.

1.2.4. 3. Enjeux humains

Réduction des accidents du travail et des maladies professionnelles.

1.2.4. 4. Enjeux techniques

Optimisation des moyens, des méthodes, des processus mis en œuvre.

1.2.4. 5. Enjeux juridiques

Evolution du code pénal au regard des responsabilités des employeurs, de l'évaluation et de la maîtrise des risques [2]

1.3. La structure de la sécurité

Le département d'hygiène et sécurité industrielle contient des services, qui se chargent d'appliquer toutes les mesures sur terrain, chaque service étant composé de chef de service, chef de quarts et chef des agents.

1.3.1. Service surveillance:

Le rôle de ce service est de contrôler les actions du personnel et des véhicules, il contient des parties disposées sur les différents gardes.

1.3.2. Service d'intervention:

Le rôle de ce service est intervenir en cas de risque et fixe en dehors des unités de productions pour facteur de protection.

Le service a un tableau synoptique, qui agrée aux agents de déterminer avec conformité le lieu de le risque et sa nature, à cet effet l'intervention peut s'accomplir d'une façon satisfaisante.

I.3.3. Service prévention:

Cette tâche est la plus importante dans la structure du fait de son rôle au sein de l'unité de production, chaque unité a un seul inspecteur ou deux et sa fonction est de faire le contrôle et la visite de l'état des alarmes et tous matériels d'interventions et sont fiabilité et a la fois les agents de ces unités, et voir la conformité avec les mesures de sécurité ou non. [3]

I.4. Identification des termes liés à la sécurité

Le vocabulaire lié à sécurité est précis. Certaines de ces définitions sont extraites des normes.

I.4.1. Le danger

Le danger est une situation, une condition ou une pratique qui comporte en elle-même un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement.

I.4.2. Phénomène dangereux

Un phénomène dangereux est une libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger des dommages à des cibles vivantes ou matérielles, sans préjuger de l'existence de ces dernières.

I.4.3. Événement dangereux

C'est l'événement susceptible de causer un dommage. [5]

I.4.4. Dommage

C'est la lésion physique et/ou atteinte la santé ou aux biens. Les dommages pouvant survenir sur le lieu de travail :

L'accident de travail.

La maladie professionnelle. L'accident de rejet [6]

I.4.5. Le risque

Où c'est l'événement redouté évalué en termes de fréquence et de gravité.

Il faut identifier les événements indésirables, d'évaluer la fréquence de leurs survenues et de quoi elle dépend, d'évaluer la gravité de leurs survenues et de quoi elle dépend; de prendre ses décisions en fonction de leurs impacts sur le triplet « événement, fréquence, gravité » qu'on appelle risque.4.6.

I.4.6 Fréquence

La fréquence est le reflet de l'exposition au danger et donne de la probabilité de l'accident, l'incident ou de la maladie professionnelle. Elle dépend de la fréquence de l'activité et des circonstances de l'activité. [7]

I.4.7. Gravite

La gravite des conséquences correspond à la combinaison en un point précis de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées.

I.5. Différents types des risques industriels:

Il existe plusieurs types ou familles de risques professionnels qui diffèrent les uns des autres par leur nature, leur origine, leurs caractéristiques et leurs conséquences ainsi que par les mesures de prévention qu'ils nécessitent.

IL existe différents moyens pour regrouper et classer les risques professionnels ; celle qui a été choisie ici est la présentation en fonction de la nature et de l'origine du risque et qui se traduit par des mesures de prévention p à eu prés similaires pour l'ensemble des situations dans lesquelles existent ces risques. [8]

- Les risques de manutentions manuelle et mécanique
- Les risques chimiques
- Les risques biologiques
- Les risques de circulation et de transport
- Les risques mécaniques
- Les risques physiques

Sous la dernière appellation sont groupés plusieurs risques ayant pour origine des phénomènes physiques variés, souvent très différents les uns des autres et faisant appel à des mesures de prévention distinctes.

Un de ces risques le risque dus à vibration mécanique qui est notre étude ; beaucoup de machines, outils portatifs et véhicules vibrent. Ces vibrations transmises au corps humain portent atteinte à la sante. [9]

Pour étudier ce type de risque il faut connaître tout d'abord les notions de bases de vibration.

I.6. NOTION DE BASE DE LA VIBRATION

I.6.1. Définition de Vibration:

Définition d'une vibration selon la norme ISO 2041 : «VIBRATION ET CHOCS (AOUT1990)»: variation avec le temps de l'intensité d'une grandeur caractéristique du mouvement ou de la position d'un système mécanique lorsque l'intensité est alternativement plus grande et plus petite qu'une certaine valeur moyenne ou de référence

.En fait, Un système mécanique est dit en vibration lorsqu'il est animé d'un mouvement de va-et-vient autour d'une position moyenne, dite position d'équilibre. [10]

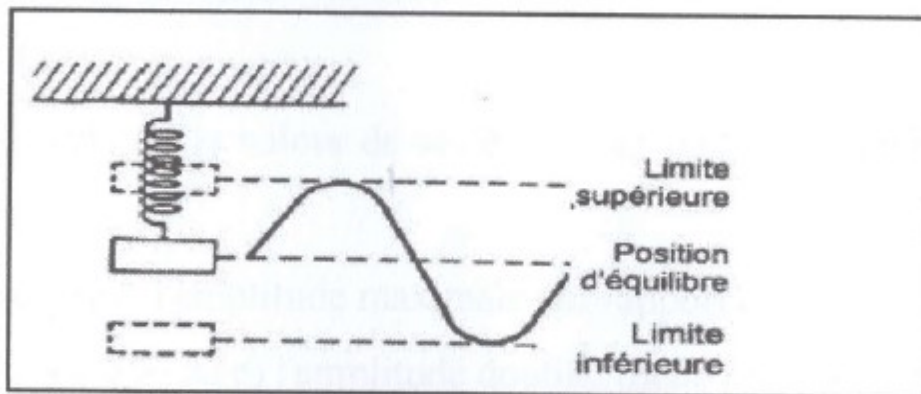


Figure 1. 2. Système masse ressort [11]

I.6.2. Natures des vibrations

-Périodiques :

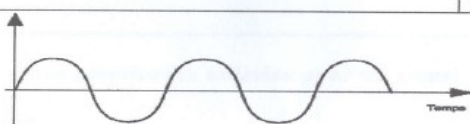
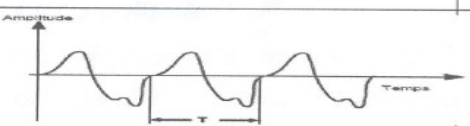
En régime permanent force, les mouvements sont des vibrations permanentes dont les périodes sont égales aux périodes des forces.

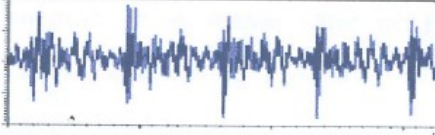
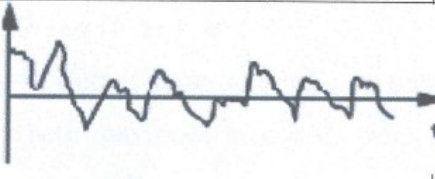
En régime transitoire force, les mouvements sont des vibrations transitoires qui s'expriment par les périodes des forces et par les pulsations propres du système,

-Quelconques, en particulier aléatoires

Le tableau 1.1 illustre la représentation temporelle des vibrations en fonction de leur nature.

Tableau 1.1 Nature de la vibration selon les variations de son amplitude en fonction du temps

Nature des vibrations	Représentation temporelle des vibrations	Causes possible
A : Périodique de type sinusoïdal simple		balourd
B : Périodique de type sinusoïdal complexe		Engrènement

<p>C : Périodique de type impulsif</p>		<p>Ecaillage des roulements</p>
<p>D : Aléatoire de type impulsif</p>		<p>Défauts de lubrification sur les roulements cavitation</p>

I.6.3. Caractéristiques d'une vibration

↳ L'amplitude A

L'amplitude d'une onde est la valeur de ses écarts par rapport au point d'équilibre. On définit:

- L'amplitude crête (**Ac**): l'amplitude maximale par rapport au point d'équilibre ;
- L'amplitude crête à crête (**Acc**) l'amplitude double, (*peak to peak, (App)* en anglais);
- L'amplitude efficace (**Aeff**), niveau efficace ou le RMS (*Root Mean Square*).

La relation entre les amplitudes

$$A_{eff} = A_c \sqrt{2/2} \tag{I.1}$$

$$A_c = A_{eff} \sqrt{2} \tag{I.2}$$

$$Acc = 2A_c = A_{eff} 2\sqrt{2} \tag{I.3}$$

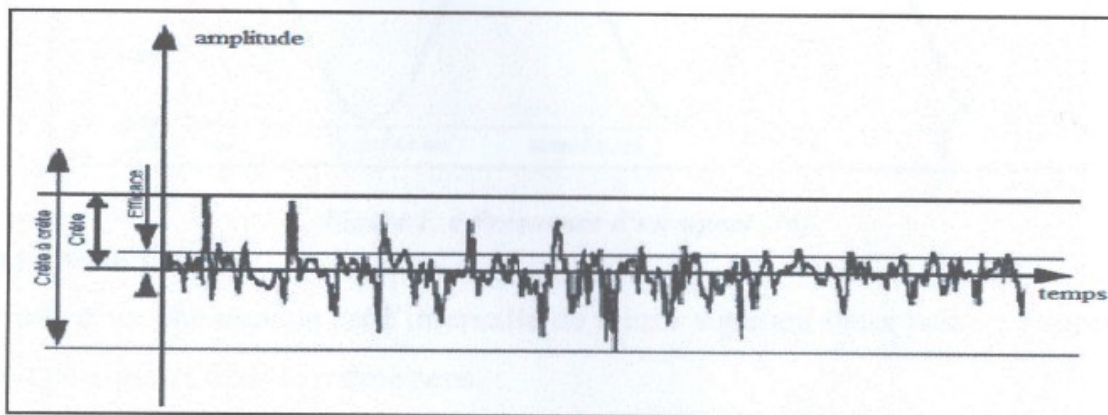


Figure 1. 3. Différentes amplitudes utilisées pour un signal temporel [13,14]

↳ Les grandeurs associées à l'amplitude :

Si l'on observe un système mécanique simple constitué d'une masse « M » suspendue à un ressort, on constate que le mouvement de la masse se traduit par :

- **Un déplacement** : La position de la masse varie de part et d'autre du point d'équilibre, de la limite supérieure à la limite inférieure du mouvement. Il est des vibrations à basse fréquence est décrit par l'équation:

$$d(t) = D \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (I.4)$$

Une vitesse de déplacement : Cette vitesse sera nulle au point haut et au point bas du mouvement de la masse et sera maximale autour du point d'équilibre. Elle est des vibrations à moyenne fréquence est décrit par l'équation:

$$v(t) = V \cdot \sin(\omega t + \varphi + \pi/2). \quad (I.5)$$

Une accélération. Celle-ci permet à la masse de passer de sa vitesse minimale à sa vitesse maximale. Elle est des vibrations à haute fréquence est décrit par l'équation:

$$a(t) = -A \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (I.6)$$

Mathématiquement, la vitesse est définie comme étant la dérivée du déplacement et l'accélération comme le dérive de la vitesse.

- **La fréquence F**

La fréquence (f) est le nombre de périodes ou cycles par unité de temps et est exprimée en cycles par secondes (CPS) ou Hertz (Hz). ($1\text{Hz} = 1 \text{ cycle/seconde}$).

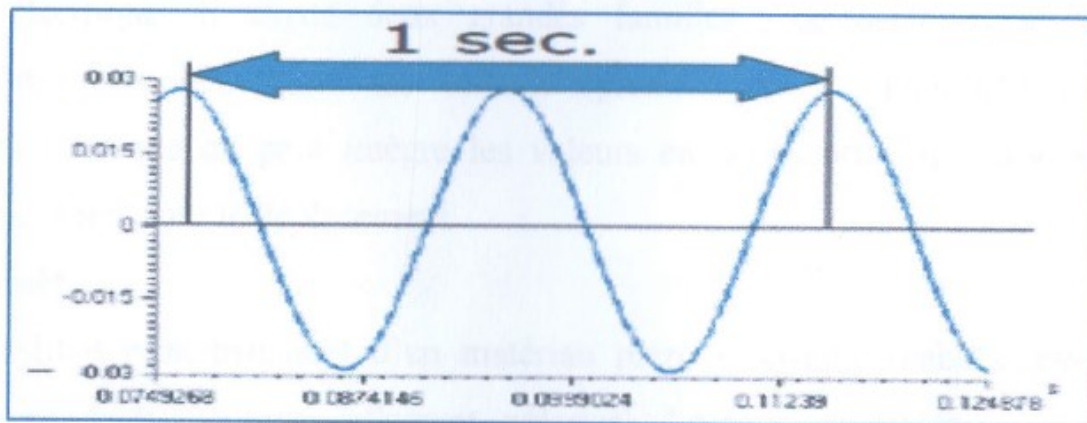


Figure 1. 4 Fréquence d'un signal [16]

- **La période T**

La période d'un phénomène est l'intervalle de temps séparant deux passages successifs à une même position et dans le même sens.

Dans le cas des machines tournantes, la période correspond souvent à la durée d'un tour d'arbre.

La période s'exprime en *seconde* (s).

$$T = \frac{1}{f}$$

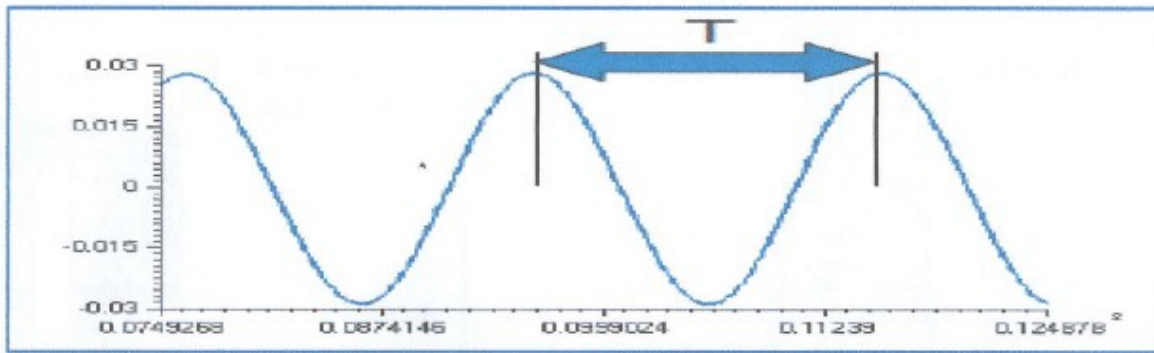


Figure 1. 5. Période d'un signal

1.6.4. Mesure des vibrations

Les trois grandeurs que l'on est amenée à mesurer en technique vibratoire: le déplacement, la vitesse et l'accélération peuvent être appréhendées par des systèmes très différents les uns des autres.

L'ensemble complet de mesure et d'analyse comporte un capteur

Un collecteur de donnée

Un ordinateur ou un micro-ordinateur avec un logiciel d'exploitation.

~ Capteur de vibration

Le rôle du capteur est de transformer l'énergie mécanique dispensée par la machine en un signal électrique. Il existe deux grandes familles de capteurs, les absolus (accéléromètre, vélocimétrie) et les relatifs (proximités). Le plus efficace c'est l'accélération puisque on peut intégrer les valeurs en accélération une fois pour les vitesses et deux fois pour le déplacement,

Accéléromètre

Il est constitué principalement d'un matériau piézo électrique (habituellement une céramique ferroélectrique artificiellement polarisée). Lorsque ce matériau subit une contrainte mécanique, en extension, compression ou cisaillement il engendre une charge électrique proportionnelle à la force appliquée. Le capteur piézo-électrique ou l'accéléromètre sont les plus utilisés en raison de leur large gamme de fréquence.

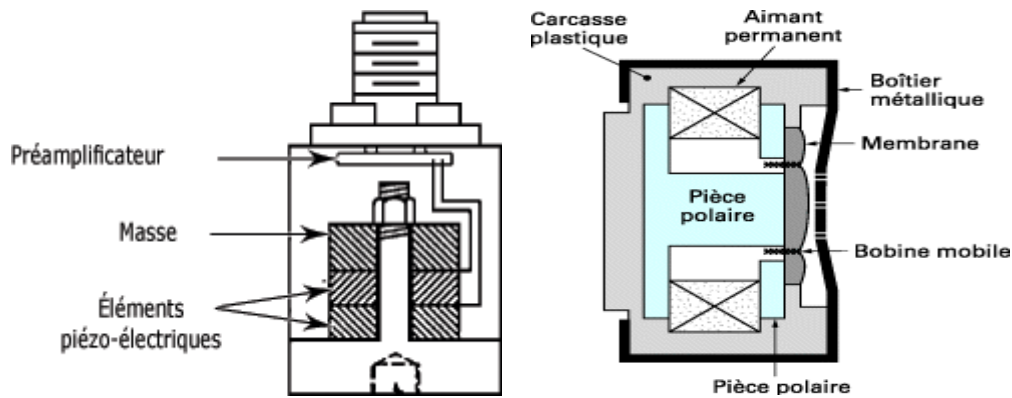


Figure 1.6 Capteur piézoélectrique

~ *Les avantages d'un accéléromètre*

Facile à installer

Bonne détection des défauts HF

Bonne gamme dynamique/fréquentielle

Petit, léger

Supporte les hautes températures

Pas de pièce mobil

~ *Collecteur de donnée portable*

Ces appareils présentent l'ensemble des mesures, déplacement vitesse et accélération. Ils contiennent une mémoire interne importante pour stocker les données et permettent une communication facile avec un ordinateur.

Les paramètres de choix sont essentiellement les fonctions de gestion des circuits de mesure, le dialogue avec l'opérateur, l'ergonomie et le poids.

Certains appareils proposent des fonctions correctives supplémentaires comme l'équilibrage sur site le lignage d'arbre au laser.

~ *Logiciel de traitement*

Les logiciels associés aux électroniques de mesure assurent le stockage des données, la mise à jour des historiques, la configuration des **appareils**, l'établissement des courbes de tendance, l'élaboration de rapports, la gestion des alarmes et aident aux diagnostics.

Par ailleurs, ils possèdent aussi les fonctions nécessaires à leur intégration dans le système de communication existant.

-

1. 7. L 'analyse vibratoire

1. 7.1. Rôle de l'analyse vibratoire:

L'analyse vibratoire poursuit deux objectifs:

- La détection des défauts.
- L'analyse détaillée des défauts.

1. 7.2. Mis en œuvre

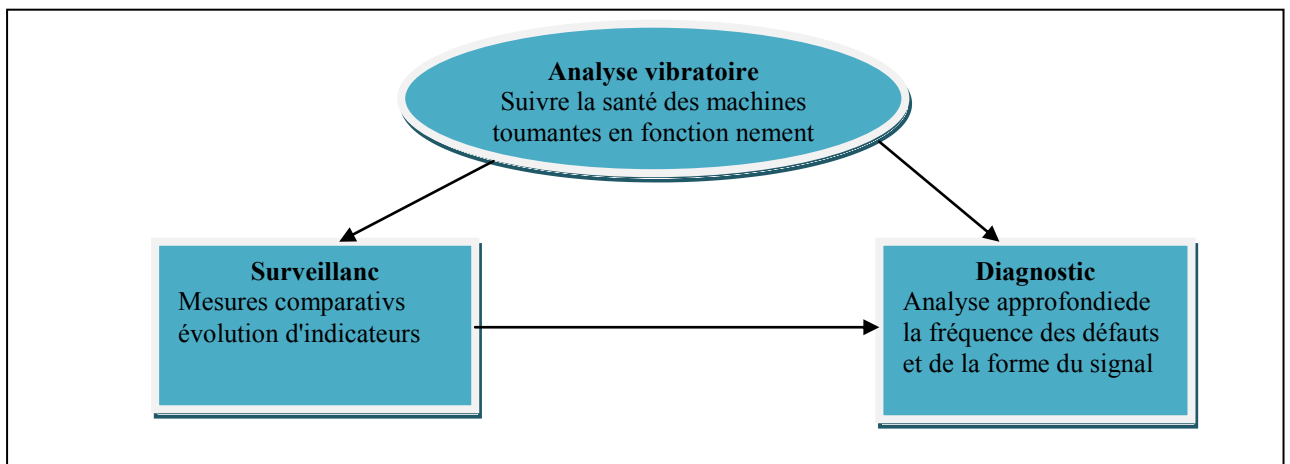


Figure 1.7 Déroulement d'une analyse vibratoire

Le schéma de la Figure présente, de façon simplifiée, l'analyse vibratoire réalisée à partir de mesures effectuées sur les parties fixes des machines surveillées. On distingue communément deux principales activités :

* **La surveillance** : le but est de suivre l'évolution d'une machine par comparaison des relevés successifs de ses vibrations. Une tendance à la hausse de certains indicateurs par rapport à des valeurs de référence, constituant la signature, alerte généralement le technicien sur un dysfonctionnement probable. Idéalement, la signature est établie à partir d'une première campagne de mesures sur la machine neuve ou révisée ;

* **Le diagnostic** : il met en œuvre des outils mathématiquement plus élaborés. Il fait suite à une évolution anormale des vibrations constatée lors de la surveillance et il permet de désigner l'élément de la machine défectueux. Le diagnostic n'est réalisé que lorsque la surveillance a permis de détecter une anomalie ou une évolution dangereuse du signal vibratoire. Le diagnostic fait appel à des connaissances approfondies en mécanique et une formation spécifique en analyse du signal.

1. 7.3. Définition des alarmes

Le tracé des courbes d'évolution des amplitudes vibratoires doit être complété par une comparaison des mesures à des seuils d'alarme et de danger qui démontre La

norme ISO 2372 qui définit les seuils de vitesses efficaces selon les types de machines

(figure 1.9).

Seuil d'alerte :

Indique qu'un changement significatif est intervenu.

La machine peut généralement continuer de fonctionner durant la phase d'analyse du problème.

*** Seuil de danger (alarme) :**

Niveau au delà duquel la poursuite du fonctionnement de la machine peut provoquer une avarie. Une intervention pour réduire les vibrations ou arrêter la machine est requise.

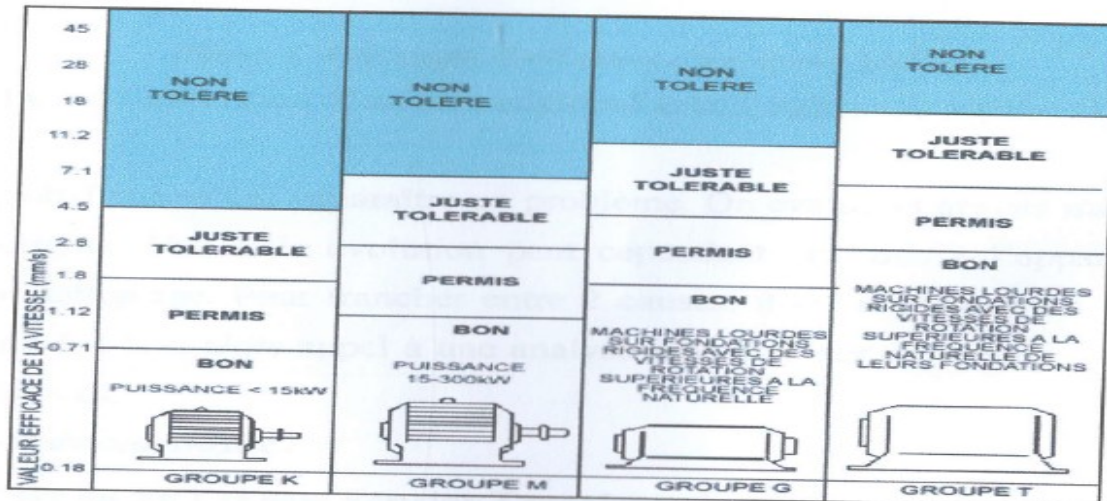


Figure 1. 8. Seuil d'alarme en basse et moyenne fréquence [19] *Outil de surveillance*

1. 7.4. Outil de surveillance

Parmi les outils de surveillance le niveau globale

*** Niveau global (NG)**

La surveillance par niveaux globaux offre des possibilités d'investigations limitées. Les niveaux globaux sont des indicateurs scalaires Plus au moins sensible à un nombre important de phénomène. Sur une machine dont le niveau vibratoire normal et relativement

haut, le développement d'un défaut mécanique peut être masque par le bruit de fond. Le niveau global mesure ne réagit alors pas à ce défaut, du moins pas à un stade précoce de son développement,

La surveillance par niveaux globaux ne peut convenir que dans le cadre d'une politique de sécurité. Elle permet de détecter un fonctionnement anormal et de déclencher

un arrêt avant la panne des installations. En aucun cas on ne pourra identifier la cause de ce fonctionnement anormal ni optimiser la maintenance des machines avec un tel outil.

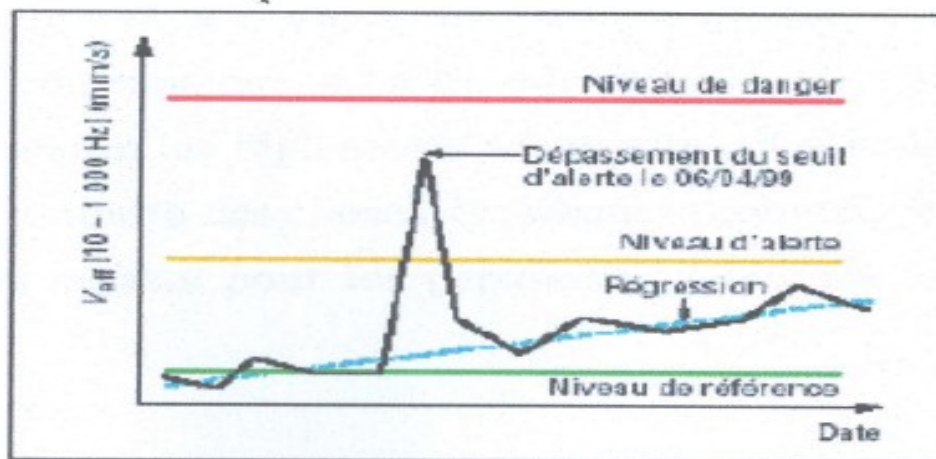


Figure 1. 9. Exemple d'utilisation d'un niveau globale

La Figure illustre l'utilisation d'un niveau global avec l'indicateur vitesse efficace [10-1000 Hz].

Le niveau global utilise fait apparaître un problème. On évalue sa gravité mais on n'en connaît pas l'origine. Une telle évolution peut cependant être due à l'apparition d'un balourd ou d'un déalignement. Pour trancher entre 2 causes, il est nécessaire de réaliser un diagnostic précis. On fera alors appel à une analyse effectuée sur un spectre (ou FFT) de moyennes fréquences.

* **Outils de diagnostic :**

• **Spectre ou FFT (Faste Fourier Transforme)**

C'est une représentation de l'amplitude de l'accélération reportée sur un axe linéaire en fréquence. Le résultat est appelé spectre fréquentiel. L'analyse spectrale permet de fournir

à nous, non seulement des informations sur le comportement vibratoire instantané, mais

également des informations sur la tendance des phénomènes et de l'apparition du défaut.

- **Cepstre**

C'est la représentation de la transformée de Fourier du spectre; soit deux fois la transformée de Fourier du signal temporel de base.

C'est un outil de diagnostic utilisé pour distinguer des défauts qui donnent des images spectrales complexes dues à plusieurs modulations d'amplitude concomitantes. Les engrenages peuvent nécessiter ce type d'analyse.

1.8. CONCLUSION

La sécurité industrielle est un 'souci des industriels puisque elle contribue à la sauvegarde des biens et des personnes, pour qu'elle soit plus au moins parfaite il faut que chaque personne doit connaître les règlements sécuritaires et surtout le respect de ses lois,

pour éviter ou réduire au moindre des choses des risques probables comme le risque du à la

vibration qui à des effets néfaste pour les personnes et les machines qui est le bute de chapitre suivant.

Chapitre : II

II.1. INTRODUCTION

Dans de nombreux secteurs d'activités, les travailleurs peuvent être soumis à des vibrations et chocs agressent le corps humain et causent des dommages. Elles provenant d'outils tenus la à main, de secousses transmises par le siège pour les conducteurs ou encore de vibrations transmises par le sol. Ces sont également dangereuses pour les équipements de travail et les matériaux en général.

II.2. EFFETS SUR LE CORPS HUMAIN

II.2.1. La transmission

Les vibrations transmises doivent se comprendre comme l'effet, sur les fonctions physiologiques, des vibrations mécaniques présentes dans notre environnement et transmises par contact l à 'organisme humain.

Nous sommes exposes au quotidien de à s vibrations d'origines multiples. Beaucoup sont également en contact avec d'autres sources de vibrations dans le cadre de leur travail, par la manipulation et la conduite d'outils à main, d'équipements mobiles ou stationnaires,

d'engins et autres véhicules lourds. Les vibrations ont un caractère plus violent, par exemple, au volant d'une voiture roulant dans des ornières ou en faisant fonctionner des outils électriques, elles peuvent non seulement causer du désagrément mais aussi entrainer des risques pour la sante. [20]

Les vibrations peuvent être transmises par des solides, des liquides et des gaz.

Si la transmission des vibrations au corps humain se fait à travers un solide ou un liquide, le corps humain est alors soumis à des vibrations qui peuvent causer des dommages corporels ; qui nous intéressons dans ce travail.

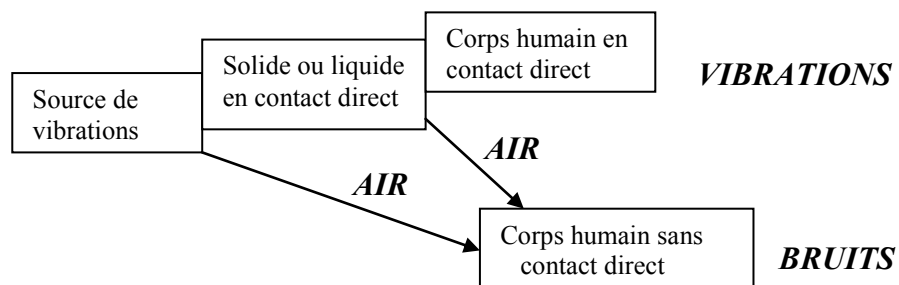


Figure 2.1. Propagation des vibrations

II.2.2. Caractéristiques biophysiques du corps humain

Le corps humain n'est pas homogène, soumis à des vibrations il ne se comporte pas comme un système passif. De ce fait, il ne réagit pas de la même façon dans toutes ses

parties, aux fréquences vibratoires auxquelles il est soumis. Certaines se trouveront amplifiées d'autres amorties.

Le corps humain constitue un ensemble de sous-systèmes mécaniques, on à l'habitude d'assimiler la tête, le thorax et le bassin à des masses. Celles-ci sont réunies par des systèmes d'amortissement viscoélastique constitués de muscles, de ligaments et de disques intervertébraux [21]

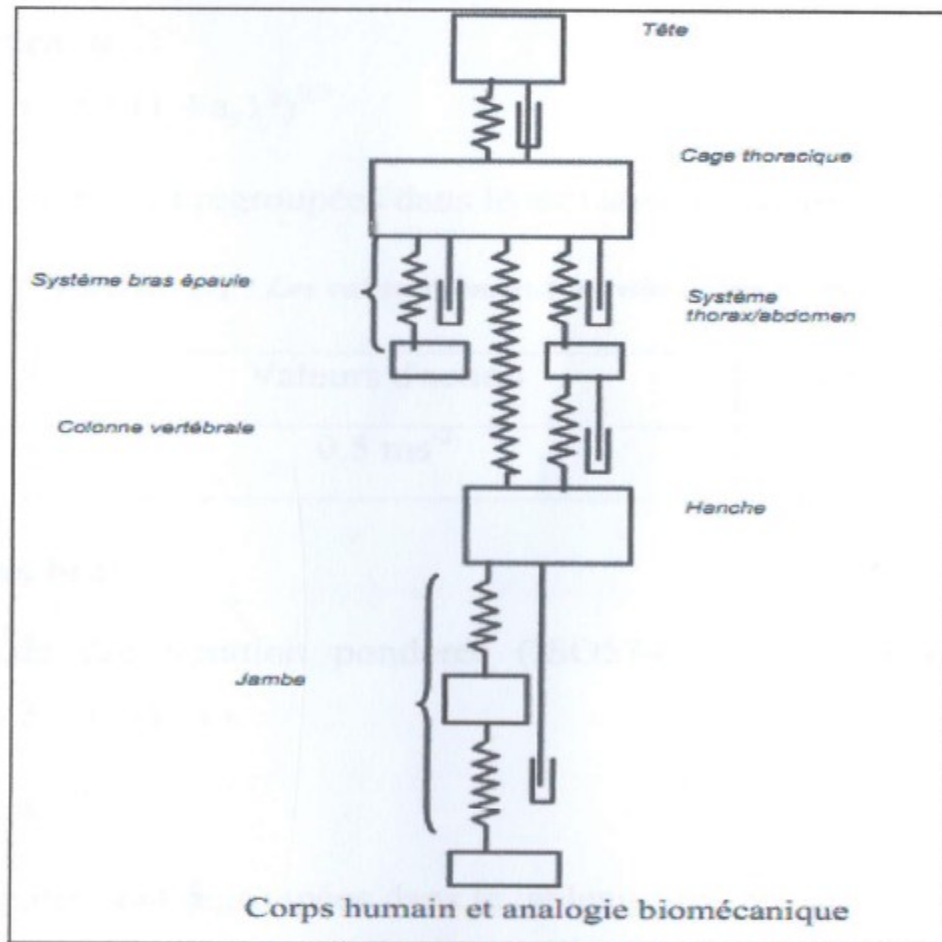


Figure 2. 2. Corps humain et analogie biomécanique. [21]

Les facteurs des effets

Les effets des vibrations dépendent de [22]

:Leur niveau d'accélération (exprime en m/s^2)

Leur fréquence (exprimée en Hz)

La durée de l'exposition

A. La partie du corps qui reçoit l'énergie de vibration Pour évaluer les risques sur la sante résultant de vibrations multidirectionnelles transmises à l'ensemble du corps, on multiplie chaque accélération correspondant à chaque direction, par un facteur

multiplicateur K (pondérateur selon la norme 1802631). Pour les deux axes horizontaux, le facteur K est égal à 1.4 et pour l'axe vertical est égal à 1. [23]

Ce pondérateur se justifie par une plus grande sensibilité de l'homme aux accélérations horizontales que verticales.

$$G = (a_z^2 + (1.4a_x)^2 + (1.4a_y)^2)^{0.5} \quad (II.1)$$

Les Valeurs limites sont regroupées dans le tableau ci-dessous,

Tableau.2.1.les valeurs limitent les vibrations corps total

Durée d exposition	Valeurs d action	Valeurs limites d exposition
8 heures	0.5 ms	1.15ms

B. Vibrations mains bras

Globalisation de l'accélération pondérée (1805349) des 3 axes avec la même pondération pour les 3 axes (k=1).

$$G = (a_z^2 + a_x^2 + a_y^2)^{0.5} \quad (II.2)$$

Les Valeurs limites sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau.2.2.les valeurs limitent les vibrations mains bras

Durée d exposition	Valeurs d action	Valeurs limites d exposition
8 heures	2.5ms	5ms

C. Incidence de la fréquence

On considère très importantes les fréquences qui sont comprises dans la gamme des fréquences naturelles de résonance du corps.

Les vibrations n'ont pas toutes le même effet, on distingue :

- les très basses fréquences entre 0 et 2 Hz qui par leur action sur le vestibule sont à l'origine des cinétoses ;

- les basses fréquences entre 2 et 20 Hz qui sont celles rencontrées dans les transports ;
- les hautes fréquences entre 20 et 1000 Hz sont à l'origine des troubles angioneurotiques des mains. [24]

D. Durée

L'effet des vibrations dépend beaucoup de leur durée dans le temps, qu'elle est dépend toujours des deux facteurs précédents (niveau d'accélération et fréquence) et même à l'axe de transmission (transversale ou verticale) comme nous démontrons par suite dans les méthodes d'évaluation.

E. Points d'application au corps

Pour les vibrations corps entier, celles-ci pénètrent dans le corps par les pieds et les fesses.

Elles suivent une direction souvent verticale des pieds à la tête.

Dans le cas du système mains-bras, elles se transmettent, généralement le long de l'axe de la main, du bras et de l'épaule [24]

Exposition quotidienne aux vibrations

La valeur d'exposition journalière aux vibrations transmises aux mains et aux bras, rapportée à une période de référence de 8 heures, $A(8)$, est obtenue à partir de la valeur totale de vibration a_{hvi} et de la durée d'exposition quotidienne T_i pour chaque tâche (i) selon l'équation:

$$A = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum a_{hvi}^2 \times T_i} \quad (\text{II.3})$$

Où:

- a_{hvi} est la valeur totale de vibration pour la tâche (i) ;
- T_i est la durée totale par jour de l'exposition aux vibrations pour la tâche (i);
- T_0 est la durée de référence de 8 heures (28800 s).

Il y a deux valeurs réglementaires sont définies concernant l'accélération d'exposition personnelle journalière A . La première valeur, correspond au déclenchement d'une action de prévention : l'employeur doit contrôler et réduire les risques chez les travailleurs, La seconde valeur, correspond à la valeur limite d'exposition au-delà de laquelle les travailleurs ne doivent en aucun cas être exposés.

En dessous de la valeur d'action, aucune pathologie n'est engendrée par l'exposition aux vibrations

Au-delà de la valeur limite d'exposition, la probabilité pour l'opérateur de développer à terme une lombalgie est significativement plus forte que s'il n'était pas exposé aux vibrations. [25]

Action sur certaines fonctions physiologiques

Il n'y a pas dans le corps humain de récepteurs spécifiques des vibrations. Elles peuvent être ressenties par voie tactile, kinesthésique (récepteurs musculaires, tendineux et articulaires), vestibulaire (détection des accélérations de la tête lors des déplacements), auditive.

F. L'activité musculaire:

Chez un sujet soumis à ce type de vibrations, le déplacement des masses corporelles et le maintien de la posture surtout pour des vibrations aléatoires de type secousses vont se traduire par une stimulation de l'activité de la musculature pour compenser les effets vibratoires.

G. La colonne vertébrale:

Les vibrations peuvent entraîner des microtraumatismes au niveau du rachis, surtout lombaire, microtraumatismes d'autant plus nuisibles que la colonne est en déséquilibre. À bord des navires, surtout de pêche, les vibrations sont un facteur aggravant, venant s'ajouter aux contraintes de posture et de maintien de l'équilibre liées aux mouvements du navire. Il a été suggéré que ces troubles rachidiens seraient dus à des atteintes vasculaires. [28]

H. Les performances :

De nombreux auteurs ont essayé de quantifier les diminutions de la performance de l'homme soumis à des vibrations sinusoïdales ou aléatoires. Les vibrations rendent en effet la tâche plus difficile et plus pénible.

Les vibrations gênent les mouvements précis, la préhension correcte avec les mains et les doigts, l'écriture,

Elles entraînent une augmentation du temps de réaction, obligeant à une concentration plus importante sur la tâche principale aux dépens de l'attention portée aux tâches secondaires, donc aux dépens de la vigilance.

L. Acuité visuelle

Entre 20 et 30 Hz, qui est la fréquence de résonance de la tête on signale des baisses d'acuité visuelle.

Entre 60 et 90 Hz, la résonance des globes oculaires déclenche des troubles visuels [26]

J. Appareil respiratoire

La respiration subit l'influence des vibrations. Entre 3 et 7 Hz, fréquence de résonance du thorax, des difficultés respiratoires ont été observées,

Les différents paramètres (fréquence, volumes, consommation d'oxygène) ont tendance à augmenter.

Entre 4 et 12 Hz, la ventilation augmente plus que la consommation d'oxygène.

K. Appareil cardio-vasculaire

D'une façon générale, les vibrations amènent une accélération du rythme cardiaque.

La fréquence de résonance du cœur se situe entre 4 et 8 Hz et il est intéressant de savoir que certains sujets se plaignent aces niveaux de douleurs d'allure angineuse.

Entre 4 et 11 Hz, des vibrations brusques et sévères sont signalées comme pouvant induire des extrasystoles et de la tachycardie.

Des variations diverses de la tension artérielle apparaissent.

Dans quelques cas rares, des infarctus du sujet jeune sans antécédents d'artériosclérose, sans insuffisance coronaire connue ont été rapportes a une étiologie vibratoire.

L. Digestifs et urinaires :

On observe des troubles du tractus digestif et du tractus urinaire, en partie dus a des modifications du péristaltisme des muscles lisses viscéraux.

M. Les maladies professionnelles

Plusieurs manifestations pathologiques dues aux vibrations sont des maladies professionnelles reconnues sous forme de tableaux.

Le tableau n° 69 concerne les maladies professionnelles de la main. Toutes les maladies désignées pour la prise en charge nécessitent une confirmation radiographique ou une artériographie, deux examens qui confirment l'origine et la nature des lésions.

Une liste limitative de travaux se trouve sur la colonne de droite et seules les affections dues aux travaux indiqués sont prises en charge comme maladies professionnelles et réparées comme telles. Si de telles affections proviennent d'autres travaux non cités, il y a lieu alors de saisir le comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles qui pourra décider de la suite à donner.

Le tableau n° 97 concerne les affections du rachis lombaire (colonne vertébrale) dues aux vibrations de moyennes et basses fréquences transmises au corps entier lors de la conduite et l'utilisation d'engins et de véhicules indiqués dans la colonne de droite[10]

* *Les effets des vibrations sur Les matériaux*

Les matériaux comme les métaux, les matières plastiques, le béton et autres matériaux de construction ne sont pas homogènes et présentent des discontinuités internes invisibles à l'œil nu comme par exemple les cristaux noyés dans la masse amorphe.

Soumis à des vibrations, les différents constituants des matériaux vibrent chacun avec ses propres caractéristiques ; il en résulte des tensions internes qui réduisent la cohésion de l'ensemble.

Les matériaux sont ainsi fragilisés, se fissurent et peuvent même s'effriter. Cette fragilisation se traduit par la rupture des matériaux en mouvement, avec souvent des projections de particules et morceaux, d'autant plus violemment que les mouvements sont rapides. C'est notamment le cas des pièces métalliques, des meules, des lames de scie, etc.

Les différents organes des équipements de travail suivent le même comportement et la fragilisation est d'autant plus importante que les sources des vibrations sont très proches, souvent au niveau de la pièce même ; les risques de ruptures et de projections à grande vitesse de morceaux métalliques ne doivent pas être négligés.

Ces ruptures et ces projections sont à l'origine de dysfonctionnements de la machine et de blessures au niveau du corps humain.

Les mesures techniques de prévention

Il existe différentes solutions pour atténuer, autrement dit pour réduire l'intensité des vibrations ou encore modifier les fréquences pour supprimer les risques pathologiques.

Les différentes solutions adoptées pour supprimer les risques dus aux vibrations en les atténuant se rattachent aux deux groupes suivants :

- les interventions au niveau de la source de vibrations, généralement par réduction de l'amplitude ;
- les interventions au niveau des transmissions et de la propagation des vibrations, toujours en cherchant à réduire l'amplitude des vibrations atteignant les salariés.

C'est surtout au niveau des transmissions que les mesures de prévention sont les plus efficaces et les plus fréquemment mises en œuvre.

Il est à signaler que certaines mesures d'insonorisation sont également efficaces pour supprimer les risques dus aux vibrations.

N. Atténuation des vibrations au niveau des sources

Le déséquilibre des organes mobiles des équipements et les dysfonctionnements sont souvent sources de vibrations. Le soin apporté à leur conception et à leur fabrication, le

retrait des pièces usées présentant des jeux dans les mouvements, les formes particulières données à certaines des pièces travaillantes (fraises, scies), après études, sont de nature à réduire les vibrations.

L'équilibrage des organes en rotation rapide comme les roues et les volants, le réglage de la tension des courroies de transmission réduisent également les vibrations à la source.

Enfin l'entretien et le nettoyage des pièces en mouvement et leur graissage sont également des mesures efficaces pour atténuer les vibrations produites.

. *Atténuation des vibrations au niveau des transmissions*

C'est à ce niveau que les solutions apportées sont les plus efficaces et les plus couramment retenues.

Les différentes mesures adoptées sont les suivantes.

La mise en place des systèmes antivibratoires : les plus courants sont les montages comportant un ou plusieurs ressorts et un ou plusieurs amortisseurs généralement hydrauliques. L'organe producteur des vibrations est isolé du reste mais est maintenu en place par un système antivibratoire amortissant. Pour éviter la transmission des vibrations créées par une machine au sol, il suffit que la machine repose sur un tel système.

-On peut remplacer l'ensemble ressort + amortisseur par un bloc amortisseur en élastomère (caoutchouc) spécialement fabriqué et possédant une certaine dureté. Ces blocs appelés sabots antivibratoires sont généralement moins efficaces que les systèmes précédents, mais ils sont moins coûteux, faciles à mettre en place et ne nécessitent pas un entretien régulier. Placés sur des dalles flottantes, ces sabots donnent satisfaction pour supprimer la transmission des vibrations des machines, compresseurs, pompes à vide, groupes électrogènes, etc.

-L'alourdissement de l'ensemble entourant la source des vibrations (bâti, carter, etc.). L'augmentation de la masse réduit généralement les vibrations. Cette solution est souvent adoptée pour les machines-outils portatives à percussion (marteaux piqueurs, brise-béton, etc.).

-La modification des vibrations transmises, notamment au niveau des fréquences et des intensités par le choix des matériaux (remplacer les métaux par certaines matières plastiques ou du bois aggloméré, remplacer les alliages ferreux par des alliages à base de plomb), les fixations (colles spéciales), la géométrie des pièces, etc.

La suppression du milieu qui transmet les vibrations émises par la source. Cette solution, relativement difficile à réaliser, ne convient que pour certaines situations particulières.

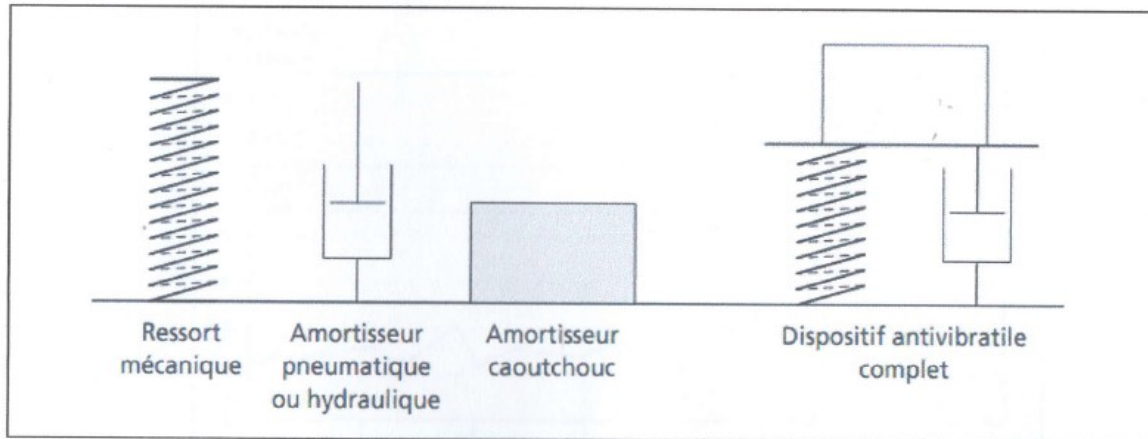


Figure 2. 3. Dispositif antivibratiles

Le plus souvent, pour la prévention des risques dus aux vibrations, les concepteurs, les constructeurs et les utilisateurs font appel à plusieurs solutions à la fois, ce qui améliore l'efficacité de la sécurité.

II.3. LES METHODES D'EVALUATION

Il y a plusieurs méthodes pour l'évaluation de vibration des machines ou qui transmis aux travailleurs, nous démontrons quelque unes ci après.

II.3.1. Méthode I: la surveillance

La mesure des vibrations en niveau global permet de qualifier l'état général de la situation pour l'être humain ou la machine par comparaison à des normes ou des mesures précédentes, Cette stratégie de surveillance consiste en un suivi de l'évolution dans le

temps d'un ou de plusieurs indicateurs (déplacement, vitesse ou accélération). Les vibrations mécaniques sont détectées par un capteur de vibrations, descend sous la surface exposée à la vibration du personne ou monte sur le palier de la machine, qui convertit le signal mécanique en un signal électrique qui sera achemine à un mesureur de vibrations

pour l'analyser et afficher la valeur globale. Le suivi se fait de deux façons différentes : continu, ou en ligne, ou périodique sous forme de rondes plus ou moins espacées dans le temps

L'évolution dans le temps d'un indicateur vibratoire est représentée par une courbe [figure 2.4], appelée courbe de tendance. Le résultat de mesure est comparé aux mesures précédentes et à des seuils prédéfinis

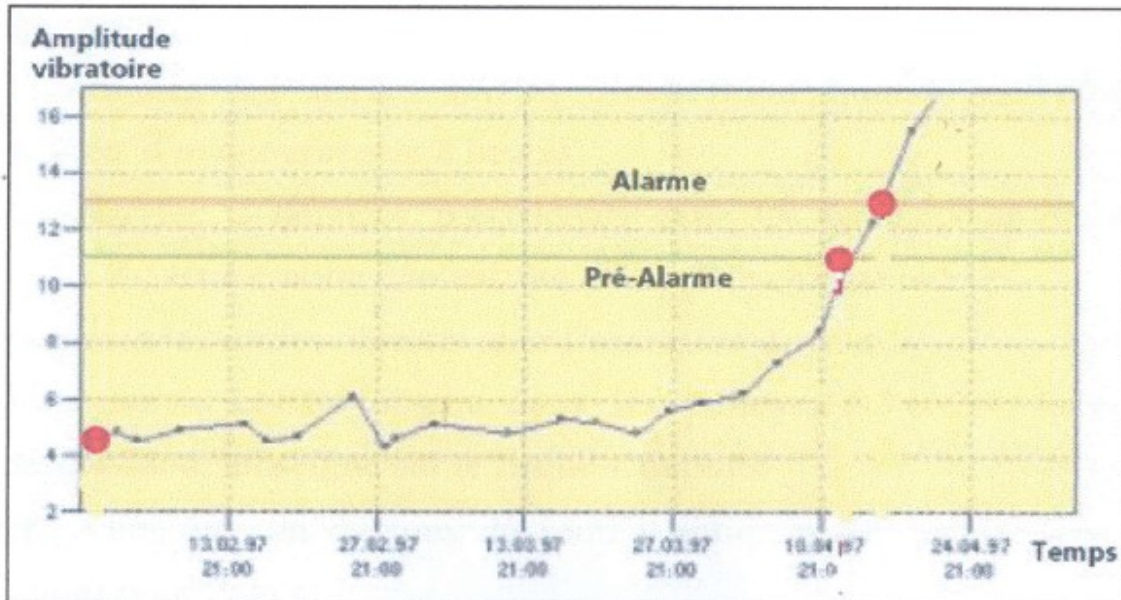


Figure 2. 4. Courbe de tendance. [27]

II.3.2. Méthode II: Méthode Des Points

La méthode des points d'exposition est présentée ci-après, elle est en effet la plus pratique d'utilisation et donne strictement les mêmes résultats que les autres méthodes.

La gestion des vibrations globales du corps peut être effectuée au travers d'un système de points d'exposition. On cumule alors les points pour un travailleur donne, poste par poste, jusqu'à l'obtention du nombre de points d'exposition PE correspondant à une journée de travail.

Pour calculer le nombre de points correspondant à la durée T, en heures, on utilise alors

$$P = \left(\frac{k \times a_{wep}}{0.5} \right)^2 \times \frac{T}{8 \text{heurs}} \times 100 \quad (\text{II.4})$$

Avec a_{wep} l'amplitude équivalente des vibrations,

k le facteur de pondération selon l'orientation (1,4 pour x et y, 1 pour z).

Le seuil d'action d'exposition (0,5 m/s²) correspond alors à 100 points, tandis que la valeur limite d'exposition (1,15 m/s²) correspond à 529 points.

*

Les tableaux (2.3) et (2.4) représentent une alternative simple pour déterminer le nombre de points correspondant à un poste et une exposition

II.3.3. Le déroulement

Définissez l'émission vibratoire pour chaque outil à l'aide de leur notice d'utilisation, (à défaut de notice d'utilisation, utilisez le tableau n° pour main bras et tableau n° pour le corps pour définir, approximativement, l'émission vibratoire de votre outil) ;

Déterminez les durées réelles d'exposition quotidienne pour chaque outil (sur la base d'une journée de 8 heures) ;

Croisez les 2 données précédentes dans les tableaux et déterminez le couple « accélération équivalente-durée » de chaque outil ;

Sommez les scores obtenus pour l'ensemble des outils ;

Reportez le chiffre obtenu dans les tableaux 2.3 et 2.4, la couleur de la case correspondante renseigne sur le risque vibratoire :

- **Vert** : vous êtes en dessous du seuil d'action réglementaire, pas de risque particulier pour l'agent,
- **Orange** : vous êtes au-dessus du seuil réglementaire ; vous devez mettre en œuvre des actions de prévention visant à supprimer ou à réduire le risque d'exposition,
- **Rouge** : vous êtes au-dessus de la valeur limite d'exposition autorisée par la réglementation (risque important pour l'agent), vous devez agir immédiatement en développant des actions de prévention visant à supprimer ou réduire le risque d'exposition ou interdire cette activité aux agents concernés.

Tableau.2.3. Tableau de la méthode des points dans le cas des vibrations main bras

Emission vibratoire (en m/s ²)	20.0	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
	19.5	63	190	380	760	1500	2300	3050	3800	4550	6100	7600
	19	60	180	360	720	1450	2150	2900	3600	4350	5800	7200
	18.5	57	170	340	685	1350	2050	2750	3400	4100	5500	6850
	18	54	160	325	650	1300	1950	2600	3250	3900	5200	6500
	17.5	51	155	305	615	1250	1850	2460	3050	3700	4900	6150
	17	48	145	290	580	1150	1750	2300	2900	3450	4600	5800
	16.5	45	135	270	545	1100	1650	2200	2700	3250	4350	5450
	16	43	130	255	510	1000	1550	2050	2550	3050	4100	5100
	15.5	40	120	240	480	960	1450	1900	2400	2900	3850	4800
	15	38	115	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
	14.5	35	105	210	420	840	1250	1700	2100	2500	3550	4200
	14	33	98	195	390	785	1200	1550	1950	2350	3150	3900
	13.5	30	91	180	365	730	1100	1450	1800	2200	2900	3650
	13	28	85	170	340	675	1000	1350	1700	2050	2700	3400
	12.5	26	78	155	315	625	940	1250	1550	1900	2500	3150
	12	24	72	145	290	575	865	1150	1450	1750	2300	2900
	11.5	22	66	130	265	530	795	1050	1300	1600	2100	2650
	11	20	61	120	240	485	725	970	1200	1450	1950	2400
	10.5	18	55	111	220	440	660	880	1100	1300	1750	2200
	10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
9.5	15	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800	
9	14	41	91	160	325	485	650	810	970	1300	1600	
8.5	12	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450	
8	11	32	74	130	255	385	510	640	770	1000	1300	
7.5	09	28	56	115	225	340	450	556	675	900	1150	
7	8	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980	
6.5	7	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	
6	6	18	36	72	145	215	295	360	430	575	720	
5.5	5	15	33	61	120	180	240	305	365	485	605	
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	
4.5	3	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	
4	3	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	
3.5	2	6	12	25	49	74	98	105	145	195	245	
3	2	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	
2.5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	
		5 min	15 min	30 min	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h

Tableau.2.4 Tableau de la méthode des points dans le cas des vibration corps total

Accélération (m/s ²)	2	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	1.9	90	181	361	542	722	903	1083	1264	1444	1625	1805
	1.8	81	162	324	486	648	810	972	1134	1296	1458	1620
	1.7	72	145	289	434	578	723	867	1012	1156	1301	1445
	1.6	64	128	256	384	512	640	768	896	1024	1152	1280
	1.5	56	113	225	338	450	563	675	788	900	1013	1125
	1.4	49	98	196	294	392	490	588	686	784	882	980
	1.3	42	85	169	254	338	423	507	592	676	761	845
	1.2	36	72	144	216	288	360	432	504	576	648	720
	1.15	33	66	132	198	265	331	399	463	529	595	661
	1	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	0.9	20	41	81	122	162	203	243	284	324	365	405
	0.8	16	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
	0.7	12	25	49	74	98	123	147	172	196	221	245
	0.6	9	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
	0.5	6	13	25	38	50	63	75	88	100	113	125
	0.4	4	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
0.3	2	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	
0.2	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Durée réelle d'exposition (h)

On peu résumer ces méthode dans le tableau suivant :

Tableau.2.5. Méthode d'évaluation l'atteinte vibratoire

	CONCERNER PAR (ou)		LES FACTEURS ENTRANTS			
	prsonne	machine	Niveau d'accélération	fréquence	durée	Partie du corps que reçoit les vibrations
Méthode I	+	+	+	-	-	+
Méthode II	+	-	+	-	+	+

11.4. CONCLUSION

On conclut, lorsqu'il y a transmission de vibrations par des structures fixes comme les planchers au corps humain peuvent traduire par des effets agressifs et des maladies professionnelles qui sont commandées par des facteurs comme la fréquence.

Le matériau c'est le deuxième Souffrir ; cette souffrance diffère selon la nature de matériau qui donne des réponses différents.

Ces risques peuvent évaluer par des méthodes d'évaluation qui donnent des informations sur l'état d'organe évalué.

CONCLUSION GENERALE

La maintenance et la sécurité a pour rôle de prévenir l'être humain et d'augmenter la durée de vie des équipements, qui se traduira par une amélioration de la production et une diminution de coûts de réparation, cela permettra aussi une meilleure exploitation des installations industrielles.

Le travail de ce mémoire, considère les fondements théoriques de la sécurité pour l'étude du risque vibratoire et leurs effets sur l'être humain.

Au terme de notre étude nous sommes arrivés aux constatations suivantes :

- La sécurité occupe plusieurs enjeux et aspects.
- Les méthodes que nous présentons s'avèrent un outil remarquable pour l'évaluation de ce risque, qui a un but précis, c'est le dépistage de niveau de la nuisance sur l'être humain et la machine.
- La prévention constitue l'un des outils efficace pour éviter ou réduire les effets de ce type de gravité.

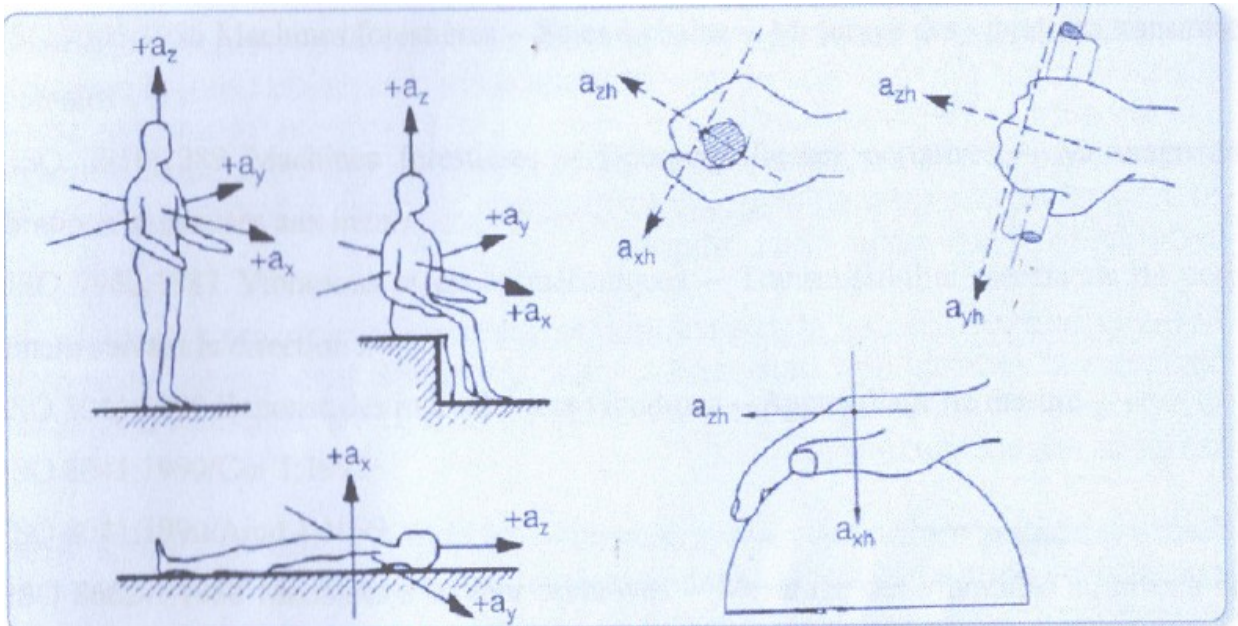
Annexe1

Tableaux des maladies professionnelles n° 69 et n° 97.

Tableau n° 69		
Affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machines-outils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes		
Date de création : 19 juillet 1980		Dernière mise à jour : 10 novembre 1995 (décret du 6 novembre 1995)
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
- A - Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques ; - arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytoses ; - ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ; - ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de K�lher). Troubles angioneurotiques de la main, prédominant à l'index et au m�dus, pouvant s'accompagner de crampes de la main et de troubles prolongés de la sensibilité et confirmés par des épreuves fonctionnelles objectivant le phénomène de Raynaud.	5 ans 1 an 1 an 1 an	Travaux exposant habituellement aux vibrations transmises par : a) Les machines-outils tenues à la main, notamment : - les machines percutantes, telles que les marteaux piqueurs, les burineurs, les bouchardeuses et les fouloirs ; - les machines rotopercutantes, telles que les marteaux perforateurs, les perceuses à percussion et les clés à choc ; - les machines rotatives, telles que les polisseuses, les meuleuses, les scies à chaîne, les tronçonneuses et les débroussailleuses ; - les machines alternatives, telles que les ponceuses et les scies sauteuses. b) Les outils tenus à la main associés à certaines machines pr�c�t�es, notamment dans des travaux de burinage. c) Les objets tenus à la main en cours de façonnage, notamment dans les travaux de meulage et de polissage et les travaux sur machine à rétreindre.
- B - Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques ; - arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytose ; - ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ; - ostéonécrose du scapho�ide carpien (maladie de K�lher).	5 ans 1 an 1 an	Travaux exposant habituellement aux chocs provoqués par l'utilisation manuelle d'outils percutants : - travaux de martelage, tels que travaux de forge, tôlerie, chaudronnerie et travail du cuir ; - travaux de terrassement et de démolition ; - utilisation de pistolets de scellements ; - utilisation de clouteuses et de riveteuses.
- C - Atteinte vasculaire cubito-palmaire en règle unilatérale (syndrome du marteau hypothénar) entraînant un phénomène de Raynaud ou des manifestations ischémiques des doigts confirmées par l'artériographie objectivant un anévrisme ou une thrombose de l'artère cubitale ou de l'arcade palmaire superficielle.	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux exposant habituellement à l'utilisation du talon de la main en percussion directe itérative sur un plan fixe ou aux chocs transmis à l'éminence hypothénar par un outil percuté ou percutant.
Tableau n° 97		
Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par des vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier		
Date de création : 16 février 1999 (décret du 15 février 1999)		Dernière mise à jour : -
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Sciaticque par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 avec atteinte radiculaire de topographie concordante. Radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3 ou L3-L4 ou L4-L5, avec atteinte radiculaire de topographie concordante.	6 mois (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux exposant habituellement aux vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier : - par l'utilisation ou la conduite des engins et véhicules tout terrain : chargeuse, pelleuse, chargeuse-pelleuse, niveleuse, rouleau vibrant, camion tombereau, décapeuse, chariot élevateur, chargeuse sur pneus ou chenilleuse, bouteur, tracteur agricole ou forestier ; - par l'utilisation ou la conduite des engins et matériels industriels : chariot automoteur à conducteur porté, portique, pont roulant, grue de chantier, crible, concasseur, broyeur ; - par la conduite de tracteur routier et de camion monobloc.

Annexe2

Direction des vibrations ourle corps entier



BIOGRAPHIE

(*)- cite internet

- [1] D. Augeix. Analyse vibratoire des machines tournante. BM 5 145- 3. 2009.
- [2] BOUDELBA.H, BOUAOUT.A et HARHOUD.B. Etude de maintenance d'une turbine a vapeur Siemens G250-2.Skikda. 2011.
- [3] BOUCHAMA.W. Etude de la fiabilité d'une turbine à vapeur 53CT2001.Guelma. 2009.
- [4] I. Correard, P. Anaya, P. Brun. Sécurité, hygiène et risques professionnels. Ed DUNOD. 2011.
- [5] Nichan Margossian. Risques Professionnels. Ed 2. Dunod. 2006.
- [6] Mokadem .B et Ghemdani.C Surveillance Vibratoire du Turbo - Ventilateur 101 BJT Au niveau de l'entreprise FERTIAL. Annaba. 2011
- [7] J. Heng. Pratique de la maintenance préventive. 2002.
- [8] A- Boulenger .Diagnostic vibratoire en maintenance préventive. Ed-Dunod.1999.
- [9] HADJEDJ.AE. Cours risque du à la vibration master I sécurité industriel. ANNABA.2011.
- [10] BENCHOUIA.N. Cours analyse vibratoire des machines toumantes. SKIKDA. 2010.
- [11] F. CHAMPA VIER. Document technique. Analyse vibratoire des machines toumantes. Ed Oldb acoustique et vibration.2004.
- [12] BRUEL et KJOER, SHENCK. Document technique C-40. Condition Monitoring Systems. Anglais. 1994.
- [13] MEDJADI F.T. Diagnostic par Analyse Vibratoire Animateurs. Séminaire SONATRACH.2006.
- [14] GZWINGELSTEIN. Maintenance basée sur la fiabilire.1996.
- [15] BRUEL et KAJAER. Analyseur de vibrations physiologiques 4447 Manuel de l'utilisateur.
- [16] TEP Michel LE DU .VIBRATIONS CHARIOTS AUTOMOTEURS. SEPTEMBRE 2005.
- [17] Vibrations: Nouvelle réglementation et prévention .19 septembre 2006.
- [18] Guide des bonnes pratiques en matière de Vibrations globales du corps.2006.
- [19] J. Mal chaire. Les vibrations: note de cours vibrations Alain ERGO-SEHY.2002.
- [20] BALTHAZARD ANNE-LAURE. Risques lies aux vibrations corps entier chez les jardiniers de golf de bossey.2011.

- [21] Exposition des travailleurs aux vibrations
- [22] LANDOLSI. F. Cours de techniques de surveillance : mesure vibratoire en niveau global.
- [23] D. Jega den. Effet de vibration sur l'homme.2004.
- [24] Centre de Gestion de la Fonction Publique Territoriale de la Corrèze - Infos
Prévention n°15 Janvier 2009.
- [25] BRUEL et KJOER, SHENCK. Document technique. VIBROTEST 60. Présentation de l'appareil. Septembre 2000.
- [26] BRDEL et KJOER, SHENCK. Document technique. Manuel d'utilisation CM-400.
- [27] Guy Marie. Méthodes numériques pour la caractérisation vibratoire de structures complexes. MADAGASCAR.2010.