



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



جامعة وهران 2 محمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département D'hygiène et Sécurité Industrielle

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master
Filière : Sécurité Industrielle
Spécialité: Sécurité Industrielle et Environnement.

Thème

Etude de pollution sonore au sein de l'entreprise TAYAL SPA

Présenté et soutenu publiquement par :
Mr Chafi Mohamed Yacine

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr Bouhafs mohamed	MCB	Université 2 IMSI	Président
Mr Tahraoui mohamed	MAA	Université 2 IMSI	Encadreur
Mme Mechken karima	MAA	Université 2 IMSI	Examineur

Octobre 2021

Remerciements

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a permis d'atteindre ce rang élevé et de surmonter toutes les difficultés pour l'atteindre.

Je tiens à remercier Mr Tahraoui Mohamed, pour son encadrement, ses conseils et critiques constructives, ses corrections, et sa patience ainsi pour le temps qu'il a consacré à la réalisation de ce travail

Nous remercions les membres du jury : Mr Bouhafs et Mme Mechken pour leur générosité offrant leur temps, pour évaluer notre travail

Nous tenons également à remercier tout le personnel du département HSE de TAYAL SPA pour nous avoir répondu à nos questions. Ils ont été d'un grand soutien dans le développement de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie cet ouvrage

A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

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

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

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

A tous ceux que j'aime.

Merci !

Résumé

Notre travail a pour but de réaliser une étude de pollution sonore qui se concentre sur l'évaluation des niveaux sonores générés par les unités bruyantes au sein de l'entreprise TAYAL SPA. L'étude de bruit généré par les unités industrielles est un problème complexe qui nécessite des recherches approfondies afin de déterminer les sources bruyantes et des prélèvements des mesures sur les installations les plus bruyantes.

À partir de notre étude on a constaté que l'exposition à des niveaux sonores au sein de l'entreprise TAYAL SPA est inacceptable par rapport à la norme algérienne.

Les résultats de notre étude relient que les unités de tissage, tricotage et l'unité de tri-génération ont enregistré des niveaux sonores très élevés ce qui incite l'organisme employeur à renforcer les moyens de prévention adéquats pour ne pas nuire à la santé des travailleurs.

Abstract

Our work aims at carrying out a study of noise pollution which focuses on the evaluation of the noise levels generated by the noisy units within the company TAYAL SPA. The study of noise generated by the industrial units is a complex problem which requires thorough research in order to determine the noisy sources and the sampling of measurements on the noisiest installations.

From our study we found that the exposure to noise levels within the company TAYAL SPA is unacceptable compared to the Algerian standard.

The results of our study show that the units of weaving, knitting and the unit of tri-generation have recorded very high noise levels which encourages the employer organization to strengthen the means of prevention adequate not to harm the health of workers.

Sommaire

Listes des figures.....	1
Liste des tableaux.....	4
Introduction générale.....	5

Partie théorique

Chapitre I

I.1	Introduction	8
I.2	Notion de base en acoustique.....	8
I.2.1	Onde mécanique.....	8
I.2.2	Onde acoustique.....	9
I.2.3	Le son.....	9
I.2.4	Caractéristiques fondamentales du son.....	9
I.2.5	Décibel dB.....	12
I.2.6	Intervalle fréquentiel audible.....	13
I.2.7	Champ auditif.....	15
I.3	Phases de la propagation sonore	16
I.3.1	Émission.....	16
I.3.2	Propagation.....	16
I.3.3	Réception.....	20
I.4	Pollution sonore.....	22
I.5	Le bruit.....	22
I.5.1	Les différents types de bruit	24
I.5.2	L'échelle de bruit.....	25
I.5.3	Seuils limites d'exposition au bruit.....	26
	Conclusion.....	27

Chapitre II

II.1	Introduction.....	28
II.2	La nocivité du bruit.....	28
II.2.1	Aux caractères du bruit.....	28
II.2.2	Aux facteurs individuels et à l'état de santé.....	28
II.3	Risques liés à l'exposition au bruit en milieu du travail.....	29
II.3.1	Les effets auditifs.....	29
II.3.2	Effets biologiques et extra auditifs du bruit.....	32
	Conclusion.....	33

Chapitre III

III.1	Introduction	44
III.2	Prévention collective.....	44
III.2.1	Réduction du bruit a la source.....	44
III.2.2	Traitement du site avant la conception.....	46
III.2.3	Agir sur la propagation du bruit.....	46
III.2.4	Évaluation des risques	49
III.2.5	Montage « antivibratile ».....	50
III.2.6	Capotage de la source de bruit.....	50
III.2.7	Traitement acoustique des locaux.....	50
III.2.8	Implantation ou réimplantation de machines	51
III.2.9	Acoustique prévisionnelle.....	52
III.2.10	Limites d'efficacité des actions collectives possibles	52

III.3	Prévention individuelle.....	53
III.3.1	Les protections à coquilles.....	53
III.3.2	Les bouchons d'oreilles.....	55
III.3.3	L'information et la formation des salariés.....	57
III.3.4	La surveillance médicale renforcée.....	59
	Conclusion	60

Partie pratique

Chapitre I

I.1	Données générales.....	61
I.2	Identification de la société.....	61
I.3	Vision de TAYAL SPA.....	62
I.4	Produits.....	62
I.5	Organigramme de TAYAL SPA.....	66
I.6	Les ressources.....	66
I.6.1	Ressources humaines.....	66
I.6.2	Centres de Formation et d'Application.....	67
I.6.3	Ressources matérielles.....	67
I.7	Les clients de TAYAL SPA.....	68
I.8	Politique QHSE de TAYAL SPA.....	69
I.9	Plan du Pôle.....	70

Chapitre II

II.1	Introduction.....	72
II.2	Méthodologie et matériel de mesures	72
II.2.1	Sonomètres	72

II.2.2	Méthodologies	73
II.3	Identification des zones de bruits	73
II.4	Résultat des mesures.....	75
II.4.1	Unité 7 : Unité de tri-génération.....	75
II.4.2	Unité 6	78
II.4.3	Unité 8	81
	Conclusion générale	83
	Références bibliographies	84

Liste Des Figures

Figure 1 : Propagation d'onde mécanique	8
Figure 2 : Mécanisme de propagation des ondes sonores	9
Figure 3 : Audiogramme des sons de notre environnement	10
Figure 4 : Plage des fréquences audible	11
Figure 5 : Forme d'ondes sonores	11
Figure 6 : Illustration de l'intensité sonore d'une source ponctuelle	12
Figure 7 : Amplitude sonore	12
Figure 8 : Fréquences audible par l'homme est quelques animaux	14
Figure 9 : Champ auditif humain	15
Figure 10 : Mécanisme de la propagation sonore	16
Figure 11 : Réflexion spéculaire	17
Figure 12 : Réflexion diffuse	17
Figure 13 : Illustration du phénomène de la diffraction	18
Figure 14 : Illustration du phénomène de la réfraction	18
Figure 15 : Comportement de l'onde sonore devant un obstacle	19
Figure 16 : Coefficient d'absorption acoustique de certains matériaux	19
Figure 17 : l'oreille humaine.	21
Figure 18 : Echèle de bruit	26
Figure 19 : Courbes exposition-réponse du bruit routier et aérien sur les maladies cardiovasculaires	35
Figure 20 : DALYs attribués à l'exposition du bruit environnemental en Europe	37
Figure 21 : Relations dose-réponse : bruit (LDEN-24h) et gêne long terme	39

Figure 22 : lame en caoutchouc.	45
Figure 23 : Soufflettes silencieuses.	45
Figure 24 : -(a) Silencieux d'échappement -(b) Silencieux d'écoulement.	46
Figure 25 : Réduction de bruit par éloignement	47
Figure 26 : Local avant et après l'installation d'une paroi hermétique.	47
Figure 27 : (a) Poinçonneuse - (b) Tonneau d'ébavurage	48
Figure 28 : (a) Ecrans fixe de bureau - (b) Ecran mobile	48
Figure 29 : Cabines insonorisées.	49
Figure 30 : Plafond de local industriel avec baffles.	51
Figure 31 : Les casques enveloppants.	51
Figure 32 : Les casques serre-tête.	54
Figure 33 : Les serre-têtes montés sur casque.	54
Figure 34 : Les casques serre-nuque.	55
Figure 35 : Les bouchons d'oreilles moulés individualisés.	55
Figure 36 : Les bouchons d'oreille pré-moulée.	56
Figure 37 : Les bouchons d'oreilles reliés par une bande.	56
Figure 38 : Les bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur.	57
Figure 39 : Signalisation normalisée d'avertissement d'obligation et d'interdiction.	59
Figure 40 : Siège social de TAYAL SPA SIDI KHETAB RELIZANE.	61
Figure 41 : Organigramme : L'Algérienne des Industries Textiles TAYAL, S.P.A.	66
Figure 42 : Evolution des effectifs de TAYAL entre Décembre2017 et Mai 2020.	67
Figure 43 : Quelques machines de TAYAL SPA.	68
Figure 44 : Exportations 2018/2019.	68
Figure 45 : Plan du pole TAYAL.	70
Figure 46 : sonomètre professionnel	72

Figure 47 : Niveau de bruit enregistré dans l'unité 7	76
Figure 48 : Niveau de bruit enregistré dans l'unité 6	79
Figure 49 : Niveau de bruit enregistré dans l'unité 7	81

Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils limites d'exposition au bruit	26
Tableau 2 : Valeurs guide pour le bruit dans les collectivités en milieux Spécifiques	29
Tableau 3 : Effet du bruit sur le sommeil	40
Tableau 4 : Résultat de mesures des niveaux sonores dans l'unité 7	76
Tableau 5 : résultat de mesures des niveaux sonores dans l'unité 6	78
Tableau 6 : Résultat de mesures des niveaux sonores dans l'unité 8	81



Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

La science et la technologie ont une influence croissante sur notre vie quotidienne. On peut désormais s'imaginer voir le monde uniquement à travers le prisme d'un ordinateur. Ainsi, nous nous retrouvons asservis par la technologie moderne. Cette unique perspective, celle du progrès technologique, possède ses avantages et ses inconvénients. L'un des sous produits indésirables de l'évolution technologique et industrielles est la pollution, et notamment la pollution sonore.

La notion de la pollution sonore regroupe généralement des nuisances sonores et des pollutions induite par le son devenu dans certain circonstance altéragène physique notamment le bruit.

Aujourd'hui, la préoccupation concernant la pollution sonore acquiert une importance considérable, en particulier dans un environnement industriel où il existe un grand nombre de machines et d'équipements. Plusieurs recherche ont été réalisé pour traiter le problème de bruit en milieu urbain et industriel .Des études récentes ont montré que le bruit d'origine industriel est plus gênant que le bruit de transport (à des niveaux de bruit équivalents).

Ceci est du principalement aux caractéristiques propres de la source sonore industriel qui émet différents bruits à caractères dangereux (caractère tonal, impulsive, etc.). Ces bruits affectent par conséquent et d'une manier directe les travailleurs des sites industriels et d'une manière indirecte les riverains à proximités de ces sites. Pour lutter contre ces nuisances sonores industrielles des moyens de prévention individuelle et collective sont exigés aux travailleurs des sites industriels pour les protéger.

Le bruit est et a toujours été un défi dans de nombreux secteurs industriels, tels que l'industrie du textile.

L'industrie textile transforme les fibres naturelles (coton, lin, laine,...) et synthétiques en tissu pour la fabrication de produit semi-finis (fils, étoffes...) ou entièrement ouvrés tels les vêtements.

Ces opérations de cardage, filage, ourdissage, tissage, tricotage, s'effectuent à l'aide de machines bruyantes et dangereuses.

Les sources de bruits dans les ateliers de textile sont nombreuses, créant un environnement bruyant du fait de toutes les machines en fonctionnement. Les niveaux de pression acoustique

engendrés par les bruits des machines (sans insonorisation adaptée) dans ces ateliers peuvent dépasser 90 dB

En dehors des atteintes au système auditif (déficit auditif, acouphènes...), le bruit ambiant peut entraîner une gêne ou un stress vecteur de troubles du psychisme et de pathologies qui nuisent non seulement à la santé du travailleur mais aussi à la sécurité de son travail par baisse de vigilance et de dextérité ou de concentration.

La forte demande en habillement et en revêtement a entraîné l'augmentation de la taille des industries textiles, de leur rapidité et de leur automatisation.

Malheureusement L'automatisation progressive du tissage associé, à une augmentation du coût du travail, a entraîné le déplacement de ce secteur industriel vers les pays en développement qui détiennent aujourd'hui 70% de la production mondiale. La sécurité et la santé des travailleurs du textile sont ainsi devenues des questions de grande importance dans les pays en développement.

En Algérie, le problème concernant les nuisances dues aux bruits a été pris en charge par les pouvoirs publics dès 1983 en promulguant la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement. La réglementation acoustique algérienne actuelle est composée principalement par deux lois, un décret et un DTR

L'objectif central de ce mémoire est d'étudier acoustiquement le bruit généré par les unités de production au sein de l'entreprise TAYAL SPA dans le but d'identifier les sources de bruit, de mesurer les niveaux de bruit dont les travailleurs sont exposés et proposer des solutions.

Pour mener à bien notre étude notre travail est structuré en deux parties : la partie théorique et la partie pratique

La partie théorique : nous avons abordé en premier lieu et dans le premier chapitre les notions de base de l'acoustique, en se focalisant sur les caractéristiques fondamentales des sons et notamment le bruit, ensuite et dans le deuxième chapitre nous avons mis l'accent sur les risques liés à l'exposition au bruit et les effets du bruit sur la santé, finalement et dans le dernier chapitre nous avons déterminé les principaux moyens de prévention des nuisances sonores.

La partie pratique : est composée de deux chapitres dans le premier chapitre nous avons présenté notre zone d'étude, lieu où nous avons réalisé notre visite. Le deuxième chapitre est

consacré à l'évaluation des niveaux sonores générés par les unités de l'entreprise TAYAL SPA ce qui nous a permis de suggérer des recommandations qui nous semblent très importantes par leurs efficacités dans la résolution des problèmes liés à la pollution sonore générée par les installations.

Finalement notre travail a été achevé par une conclusion générale et quelques recommandations.

Partie théorique

Chapitre I :
Généralités sur le bruit et
l'acoustique

I.1 Introduction

L'acoustique est la science du son. La discipline a étendu son domaine à l'étude des ondes mécaniques au sein des gaz, des liquides et des solides, quelles que soient les fréquences, audibles ou non.

L'acoustique est liée à l'étude des rayonnements mécaniques générés par des causes naturelles et par l'activité humaine auxquels sont associées les notions de sensation auditive, de voix humaine, de communication par le canal sonore et toute une variété d'incidences psychologiques. La parole, la musique, l'enregistrement et la reproduction des sons, la téléphonie, l'amplification, l'audiologie, l'acoustique architecturale ou le contrôle acoustique sont intimement liés à la sensation auditive.

D'après Rossi (2007) et Vorländer (2007), l'acoustique est la science qui étudie les sons (des infrasons aux ultrasons), ses sources, sa propagation ainsi que ses caractéristiques physiques (Larousse).

Le bruit est un phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante.

I.2 Notion de base en acoustique

I.2.1 Onde mécanique

L'onde mécanique est le phénomène de propagation de l'énergie et non le matériel, résultant de la perturbation mécanique d'un milieu élastique (Séguin, Julie et Benjamin, 2010 ; Hagopian et Machi, 2014). Contrairement aux ondes lumineuses, il est impératif de noter que les ondes acoustiques ne se propagent pas dans le vide, mais seulement de proche en proche dans des milieux matériels (Lonngrén et al, 2007 ; Aalok et Harsha, 2002) **fig.1**

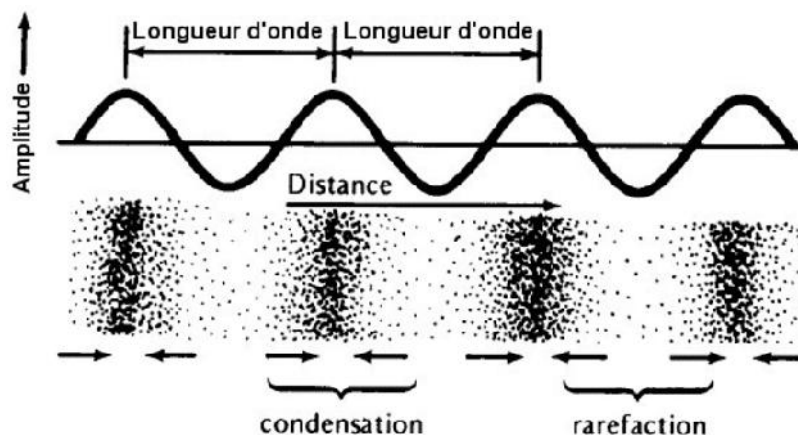


Figure 1 - Propagation d'onde mécanique

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

I.2.2 Onde acoustique

Dans la littérature scientifique, plusieurs chercheurs ont affirmé que les ondes acoustiques sont des ondes mécaniques d'une fréquence qui varie entre 20Hz et 20 KHz.

I.2.3 Le son

Le son, c'est le phénomène physique résultant d'une variation rapide de la pression de l'air ou d'un autre milieu élastique qui génère une sensation d'audition. En fait, il est classé selon sa fréquence en trois grands types : (i) infrasons, (ii) son audible et (iii) ultrasons, comme indiquent Vijayakumari (2015) ; Aalok (2002) ; Narinder et al (2006) ; Smith (2007) ; Shipman (2012) ; Müller et al (2012) ; Smith (2007) et Aalok et al (2002) **fig.2**

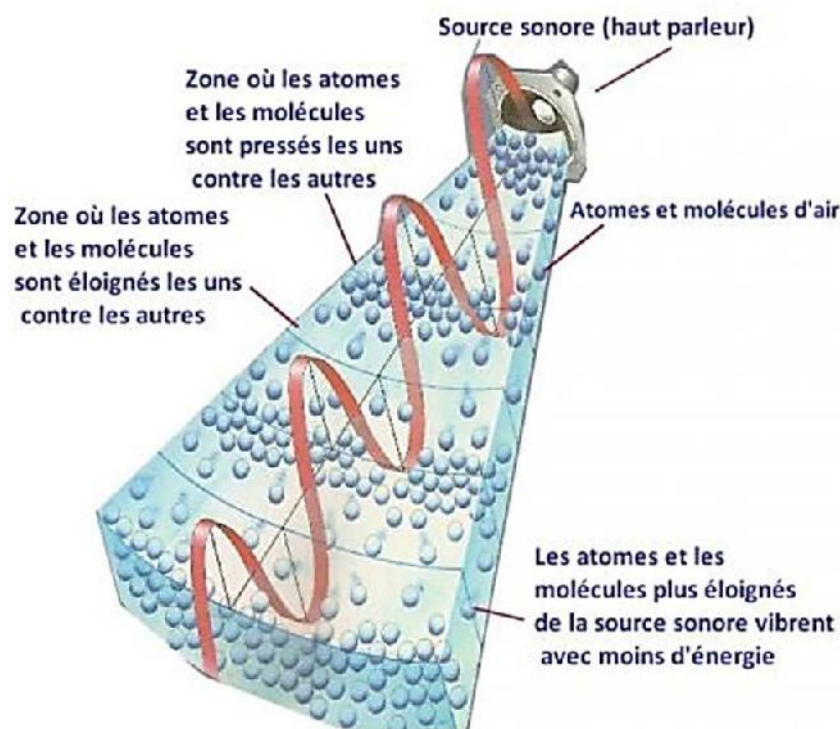


Figure 2 -*Mécanisme de propagation des ondes sonores*

I.2.4 Caractéristiques fondamentales du son

En écoutant un son, nous pouvons définir s'il est grave ou aigu, intense ou faible, nous pouvons même le localiser dans l'espace et identifier son origine, en fonction d'un ensemble

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

de caractéristiques physiques qui sont : la fréquence sonore (hauteur) ; la puissance, l'intensité acoustique et le niveau sonore (L) comme montre l'audiogramme **fig.3**

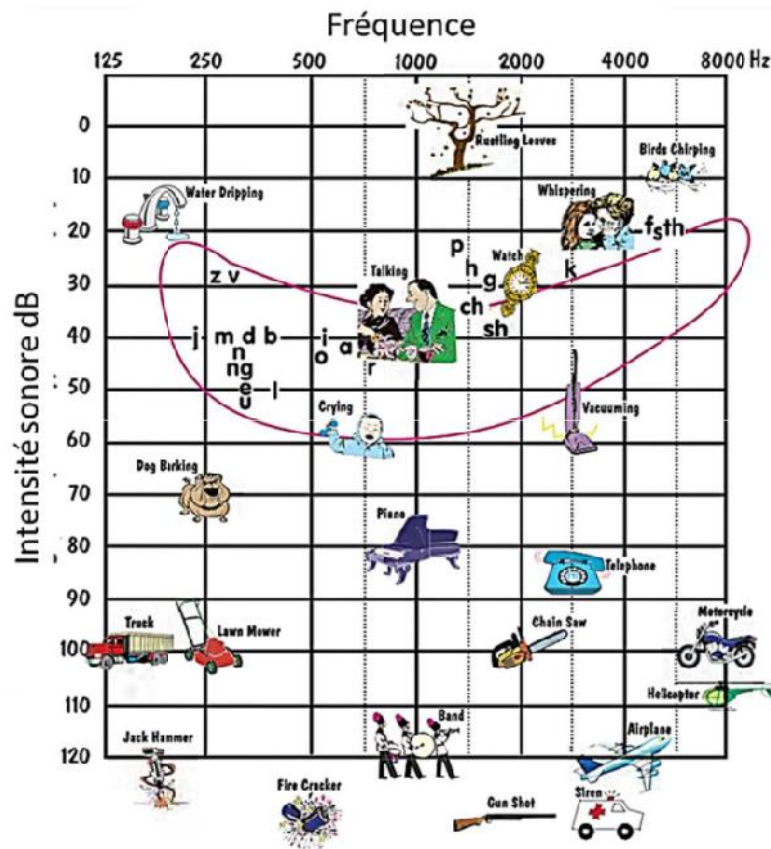


Figure 3 -Audiogramme des sons de notre environnement

➤ Fréquences sonres (hauteur)

Le son est un phénomène physique qui engendre un sentiment d'audition, résultant d'une variation rapide dans la pression de l'air ou d'autre milieu élastique. Selon Hagopian et Machi (2014) ; Munot et al (2002) la fréquence en hertz (Hz) définit le nombre de ces variations par seconde (c'est-à-dire le nombre d'oscillations périodiques) selon la plage des fréquences, les ondes sonores peuvent être classées en trois types qui sont :

Les infrasons : $f < 20 \text{ Hz}$; Les sons audibles : $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ KHz}$, perceptibles par l'être humain ; Les ultrasons : $f > 20 \text{ KHz}$. (Shipman et al, 2012 ; Narinder et al, 2006) **fig.4**

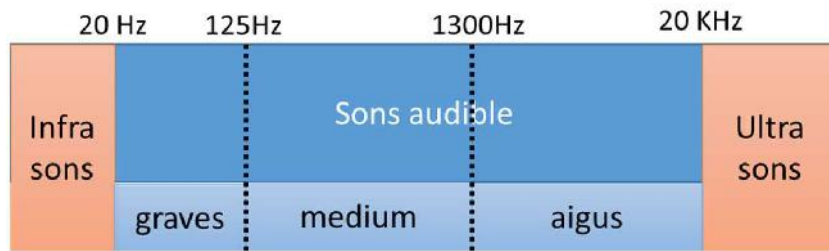


Figure 4 - Plage des fréquences audibles (Shipman, 2012)

En outre, les sons perceptibles par l'être humain sont ainsi classés selon sa fréquence en trois hauteurs suivant : des sons graves, médiums et aigus.

Sachant que plus la fréquence de l'onde touche une basse valeur, plus le son devient grave, comme le montre la **figure (5)**.

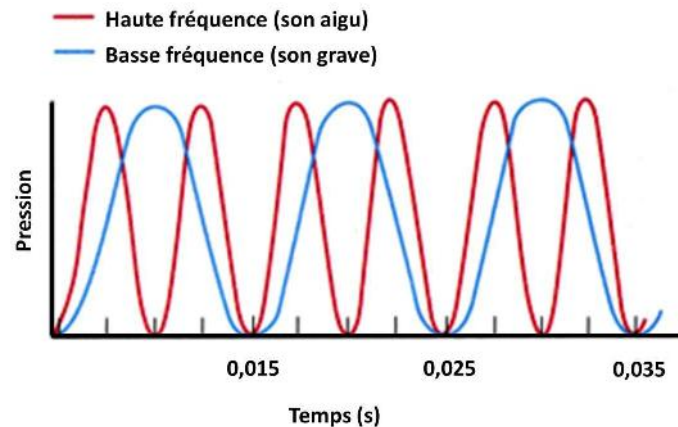


Figure 5 -Forme d'ondes sonores (haute / basse fréquence) (Shipman, 2012)

➤ Puissance et l'intensité acoustique

Avant de définir le niveau sonore (L) en dB, qui est la valeur la plus utilisée dans les sciences d'acoustique environnementale, l'accent doit d'abord être mis sur l'intensité et la puissance sonores :

-Puissance sonore P

D'après Kang (2006), la puissance sonore est la quantité d'énergie émise par une source sonore dans une unité de temps exprimée en (W).

-Intensité sonore I

L'intensité sonore a été définie par Giancoli (1993) comme la quantité d'énergie qui traverse une surface d'un (1) m² dans une seconde (t=1s). Elle est exprimée en (w/m²) **fig.6**.

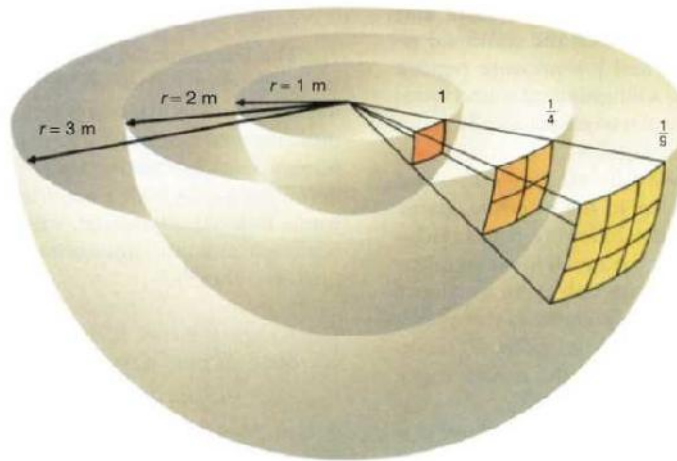


Figure 6 - Illustration de l'intensité sonore d'une source ponctuelle (Shipman, 2012)

➤ Niveau sonore (L)

Le niveau de la pression acoustique est une caractéristique sonore liée à la notion du volume sonore perçu par l'oreille. Ce paramètre, dépend de l'amplitude (Gain maximum du mouvement vibratoire) exprimée en dB **fig.7**

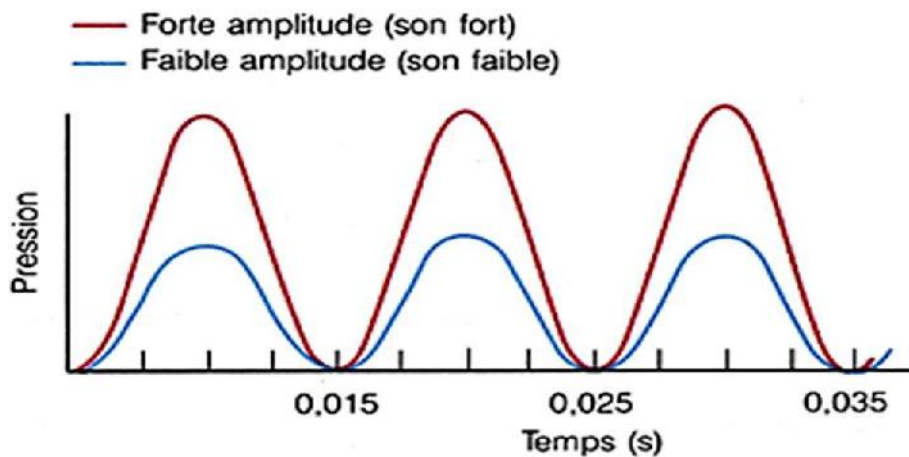


Figure 7 - Amplitude sonore

I.2.5 Décibel dB

L'oreille de l'être humain est sensible aux pressions acoustiques (en Pascal, Pa) allant de 0.00002 à 200 Pa, dans un rapport de 1 à 10 000 000. À ce sujet, et dans le but de simplifier la caractérisation des niveaux sonores, les acousticiens ont adopté le dB, une échelle réduite qui représente une unité algorithmique sans dimension. En outre, Battersby (2016), Crocker

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

(2007) et Hertig et al (2006) assurent que cette échelle exprime 10 fois le logarithme d'un rapport entre deux puissances sonores, comme démontré ci-dessous.

$$dB = 10 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (1)$$

- Le P1 et définir la puissance mesurée ;
- le P0 est une puissance de référence fixée à 20 upa.

➤ Addition et soustraction de décibel dB

L'environnement sonore est constitué d'un ensemble de sons de différentes sources, fréquences et intensités. Le niveau sonore global de l'environnement est le résultat d'une addition logarithmique plutôt qu'algébrique de l'intensité sonore (Battersby, 2016; Berger, 2003). C'est-à-dire que doubler la source sonore ne doublera pas l'intensité, mais l'augmentera de 3 dB, tandis que multiplier la source sonore par 10 augmentera l'intensité sonore de 10 dB. En revanche, dans le cas où la différence entre les deux sons est sensiblement égale à 10dB, la valeur ajoutée est égale à 0,5dB. Par conséquent, nous pouvons ignorer le son faible car il sera complètement masqué par le son fort (Norton et al, 2003).

$$L_p = 10 \log \left[\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right] \text{ dB} \quad (2)$$

I.2.6 Intervalle fréquentiel audible

Le spectre optique représente la partie du spectre électromagnétique visible par l'homme, elle est comprise entre l'infrarouge et l'ultraviolet (Jacquot et Voilley, 2012 ; Andrieu, 2016). La même chose pour l'ouïe, notre merveilleux système auditif est également lié aux fréquences, une onde mécanique devient une onde audible seulement si sa plage de fréquence est comprise entre 16 Hz (infrasons) et 16 à 20 KHz (ultrasons) **fig.8**, cet intervalle dépend aussi des conditions physiologiques telles que l'âge et la génétique de l'être humain (Hamayon, 2010)

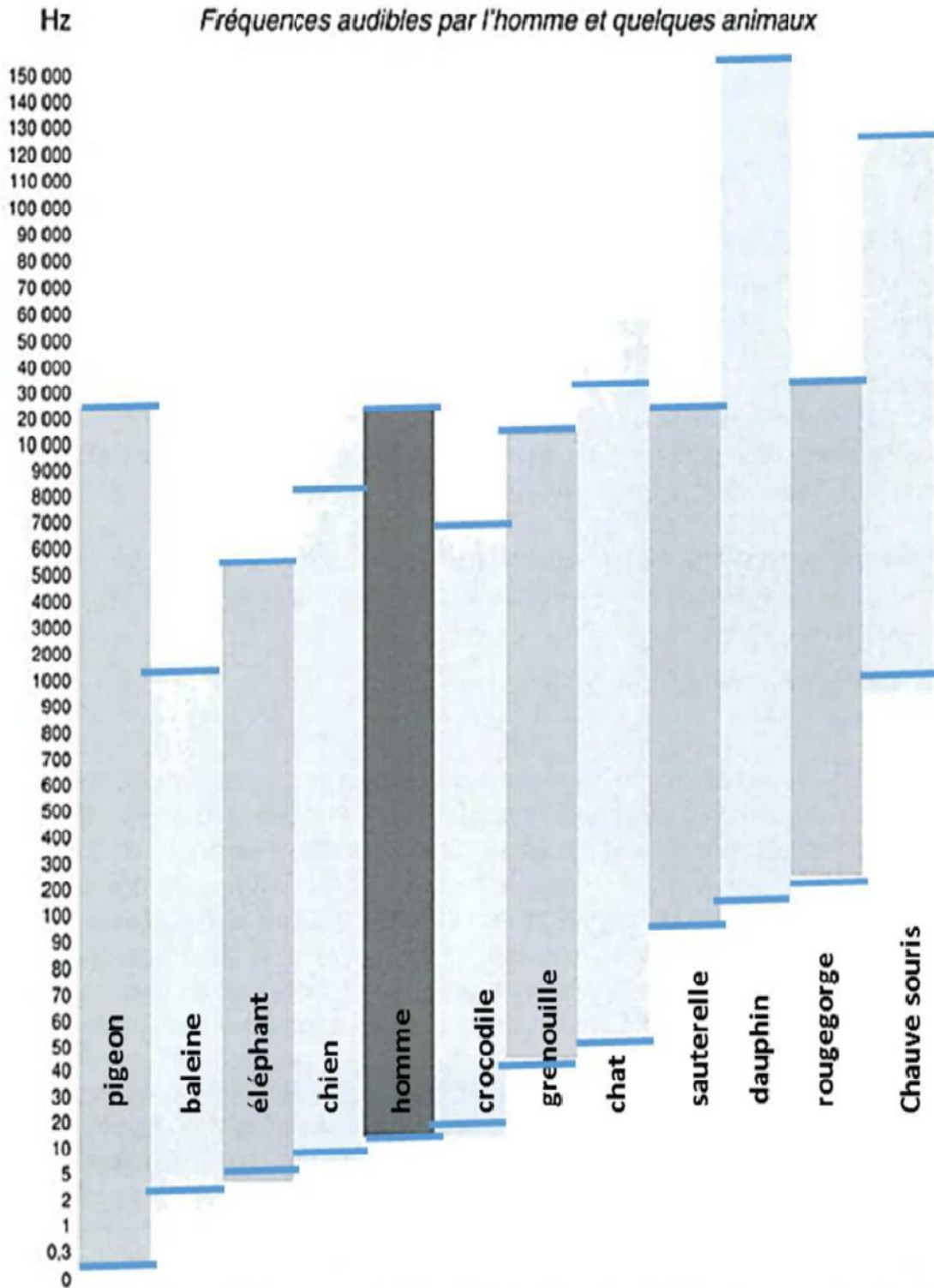


Figure 8 - *Fréquences audible par l'homme et quelques animaux (Munot et Nève, 2002)*

I.2.7 Champ auditif

Le champ auditif humain est défini comme la zone de sensibilité de l'oreille de l'être humain limitée par le seuil d'audibilité et de douleur. De même, Munot et al (2002) et Serway (1992) indiquent qu'il dépend de deux variables : la fréquence et l'intensité sonore.

À ce sujet, Munot et al (2002) et Serway (1992) affirment que le seuil d'audibilité est la pression sonore minimale à une fréquence donnée entre 20 Hz et 20 kHz comme on le constate dans la **fig.9** qui peut provoquer une sensation auditive. Alors que, le seuil de douleur est la pression sonore maximale à une fréquence donnée, au-delà de cette pression, les ondes sonores peuvent causer des sensations douloureuses ainsi que des déformations irréversibles sur le système auditif (Munot et al, 2002 ; Serway, 1992).

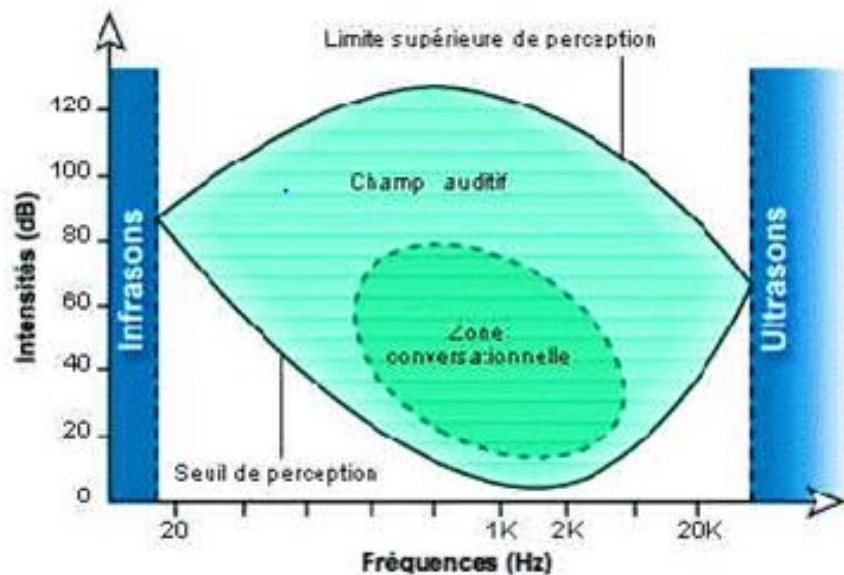


Figure 9 -Champ auditif humain

Selon ce diagramme, nous pouvons remarquer que la sensibilité de l'oreille humaine aux basses fréquences est inférieure à celle des fréquences moyennes et hautes.

I.3 Phases de la propagation sonore :

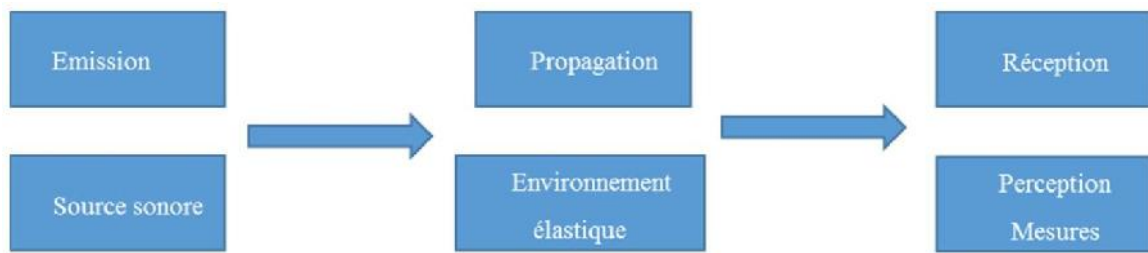


Figure 10 -Mécanisme de la propagation sonore (NGUYEN, 2007)

I.3.1 Émission

L'émission est un acte causé par une source sonore, c'est le résultat de l'agitation d'un environnement immédiat tel que l'air par exemple, ce qui produit des ondes mécaniques caractérisées par des fréquences audibles variant entre 15 et 20 KHz.

I.3.2 Propagation

Les vibrations sonores se propagent par le transfert de l'énergie dans des milieux matériels qui peuvent être aériens ou solidiens, de particule à particule adjacente. Une grande ressemblance entre la propagation des ondes lumineuses et sonores en champs libre peut être observée, d'où nous pouvons le résumer dans deux types de propagations : directe et indirecte comme l'affirme THOMAS 2006.

La propagation directe (champ sonore direct) est l'incident où l'onde sonore ne fait face à aucun obstacle physique pendant leur trajet, de la source au récepteur. Par contre dans le deuxième type de propagation (indirect), l'onde sonore est confrontée à des obstacles physiques durant son trajet vers le récepteur, ce qui provoque à son tour des phénomènes physiques tels que : la diffraction, la diffusion et la réfraction. Dans ces cas, les obstacles se comportent comme des sources secondaires, car ils réémettent une partie de l'énergie sonore reçue par le champ acoustique (Thomas, 2006).

➤ Réflexion

D'après Dunn et al (2015), la réflexion est le phénomène de rebondissement des ondes sonores face à la surface réfléchissante pendant leur propagation, elle dépend principalement de la surface et de la propriété de réflexion du matériau qui est définie par le coefficient de

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

réflexion. Il varie entre 1 (parfaitement réfléchissant) et 0 (non réfléchissant). À ce sujet, il existe deux types de réflexion qui sont : la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse. Voir les figures 11 et 12.

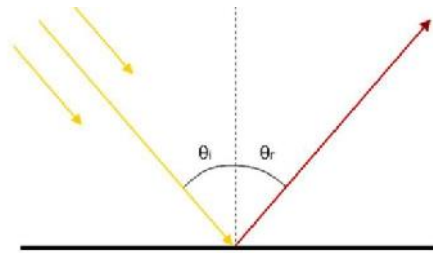


Figure 11 -Réflexion spéculaire

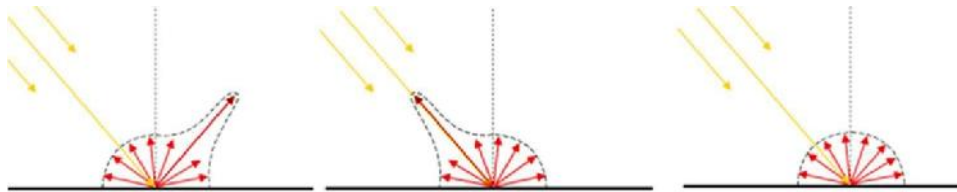


Figure 12 -Réflexion diffuse

a-Réflexion spéculaire

La réflexion spéculaire est une réflexion exprimée par la loi de *Descartes*, où l'angle de la réflexion est symétrique à l'angle de l'incidence par rapport à la normale. De plus, Embrechts (2002) et Baukal (2003) affirment que la réflexion spéculaire se produit uniquement sur des faces planes infinies et rigides

b-Réflexion diffuse

La réflexion sera diffuse lorsque l'onde sonore incidente se réfléchira dans plusieurs directions. En outre, Embrechts (2002) souligne qu'elle se produit sur des faces planes, rigides et de taille finie, c'est-à-dire que la longueur de l'onde est égale à la largeur de l'obstacle.

➤ Diffraction

La diffraction selon Benson et al (2015), définit l'étalement ou le changement de la direction des ondes sonores devant les extrémités des corps, les trous ou les fentes. En diffraction, les

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

obstacles sont devenus des sources sonores secondaires, car ils émettent une partie de l'énergie sonore reçue sous forme d'ondes diffractées, voir figure 13. D'autre part, Baukal (2003) montre que la diffraction est considérée comme l'un des principaux défis de l'isolation acoustique.

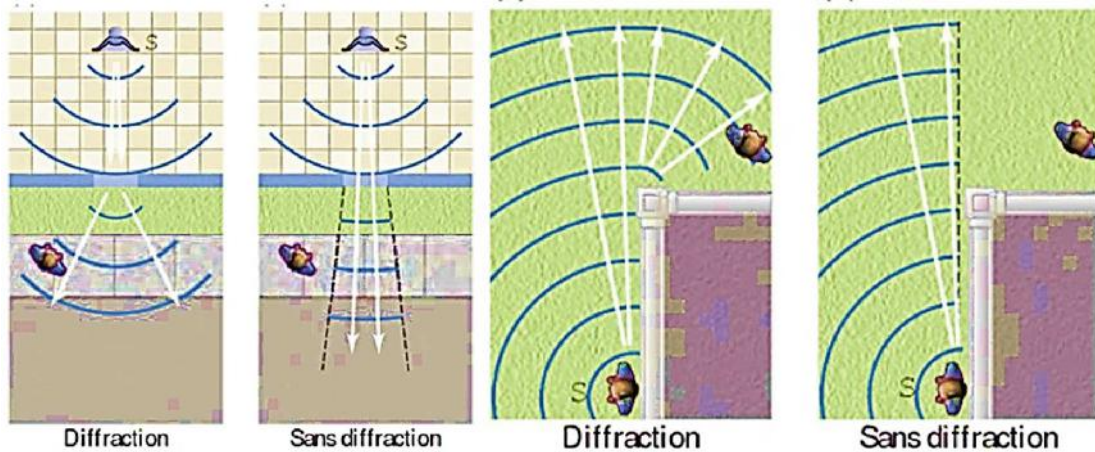


Figure 13 -Illustration du phénomène de la diffraction (Benson, 2015).

➤ Réfraction

Au cours de sa propagation, l'onde sonore peut traverser différents environnements tels que l'air et l'eau. Ce changement de milieu de propagation affecte la vitesse de l'onde sonore, ce qui provoque un écart par rapport à sa direction. De même, Baukal (2003) et Dunn et al (2015) ont défini la diffraction comme le mécanisme par lequel l'onde sonore change sa direction lors de sa propagation d'un milieu à l'autre en raison du changement de vitesse **fig14**.

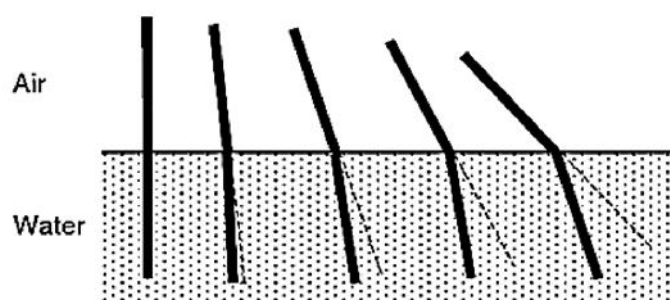


Figure 14 -Illustration du phénomène de la réfraction (Benson, 2015).

➤ Absorption

Une partie de l'énergie sonore reçue par les corps notamment poreux, tel que les fibres de verre ou les fibres minérales peut être absorbée, cette absorption résulte de la transformation de l'énergie sonore en énergie calorifique et parfois mécanique, elle est caractérisée par un

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

coefficient d'absorption qui définit la capacité d'absorption sonore de chaque matériau et elle dépend de la fréquence des ondes sonores ainsi que de ses angles d'incidence, voir **figure 15 et 16**. (Baukal, 2003 ; Dunn et al, 2015).

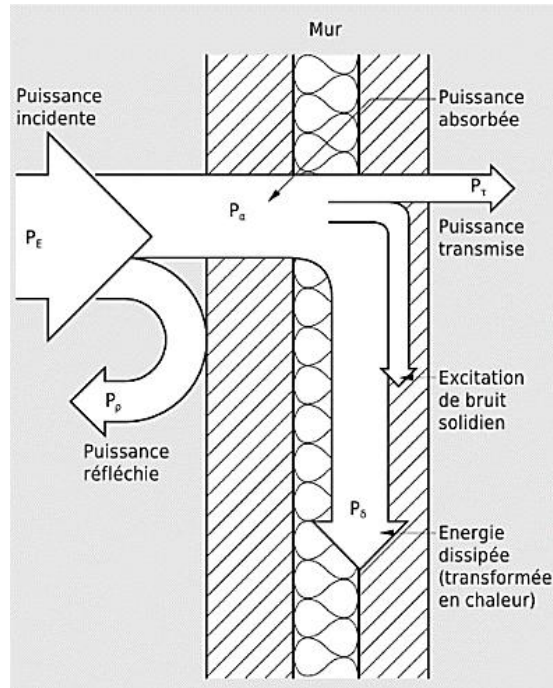


Figure 15 -Comportement de l'onde sonore devant un obstacle

Coefficient d'absorption des matériaux (α)	Bandes d'octave en Hertz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Brique naturelle	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
Brique peinte	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Béton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Bloc de béton peint	0,1	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08
Linoléum	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Bois	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07
Verre 4mm	0,35	0,25	0,2	0,1	0,05	0,05
Verre 6mm	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Plâtre sur support solide	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Plâtre sur armature	0,1	0,1	0,06	0,05	0,04	0,03
Laine de verre, 25mm entre 24 et 48 kg/m ³	0,08	0,25	0,65	0,85	0,8	0,75
Laine de verre, 51mm entre 24 et 48 kg/m ³	0,17	0,55	0,8	0,9	0,85	0,8
Laine de 25mm + vide d'air 25mm	0,15	0,55	0,8	0,9	0,85	0,8
Mousse de polyuréthane 6mm	0,05	0,07	0,1	0,2	0,45	0,81
Fibre minérale 12,7mm	0,05	0,15	0,45	0,7	0,8	0,8
Moquette	0,05	0,05	0,1	0,2	0,45	0,65

Figure 16 -Coefficient d'absorption acoustique de certains matériaux

a-Absorption par les matériaux

Les matériaux situés sur les surfaces qui bornent le domaine de propagation ont pour effet d'absorber une partie de l'énergie incidente. Un matériau absorbant isotrope peut être caractérisé par son impédance acoustique normalisée donnée par :

$$z_n = \frac{z_1}{z_0} \quad (3)$$

Où l'indice 0 est associé à l'air et l'indice 1 est associé au matériau.

b-Absorption atmosphérique

Le phénomène d'absorption atmosphérique est défini comme la diminution graduelle de la quantité de l'énergie des ondes sonores dans l'espace extérieur en fonction de la distance. Cette atténuation de l'énergie sonore dépend de plusieurs phénomènes, tels que la masse volumique, l'humidité relative et la température de l'air, et elle dépend également des caractéristiques du son, comme la fréquence et l'intensité sonore. Selon Junker et al (2006) la dissipation des ondes sonores s'exprime en dB/KM.

I.3.3 Réception

➤ **Système auditif**

Le sens de l'ouïe est l'un des sens les plus importants pour les êtres vivants, nous pouvons fermer nos yeux, mais nous ne pouvons pas déconnecter nos oreilles de notre environnement. En nous basant sur l'ouïe, nous communiquons et nous découvrons notre environnement acoustiquement, ce qui renforce notre perception visuelle et olfactive. Dans les paragraphes ci-dessous, nous allons expliquer brièvement le fonctionnement du système auditif.

➤ **Oreille humaine**

L'oreille, est un appareil qui joue un rôle dans l'équilibre de l'être humain en plus de son rôle fondamental qui est : la réception, la transmission, et la transformation des signaux sonores en des informations audibles (capter et déchiffrer les ondes sonores). Cet organe est constitué de trois parties (figure 17) qui sont :

L'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (Poirier, 1980 ; Marieb et al, 2010 ; Simon et al, 2008 ; Tortora et al, 2017).

L'oreille externe comprend le pavillon qui recueille les ondes sonores et les dirige par le canal auditif externe qui joue le rôle d'un amplificateur, vers le tympan. Le tympan est considéré comme une petite membrane qui se déforme sous l'effet des variations de pression, provoquant des vibrations transmises au osselet fixé au tympan

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

L'oreille moyenne se compose d'une chambre d'air de 1 à 2 cm³ qui comprend :

La chaîne des ossicules qui contient le marteau, qui reçoit à son tour les vibrations sonores provenant du tympan et le transmet à l'enclume, ensuite à l'étrier, qui joue le rôle d'un piston agit sur le liquide de l'oreille interne (Poirier, 1980 ; Marieb et al, 2010 ; Simon et al, 2008; Tortora et al, 2017).

L'oreille interne comprend : l'organe vestibulaire, qui est un organe sous forme d'escargot, responsable de l'équilibre des êtres humains et de la perception de positionnement angulaire de la tête, et la cochlée qui est un sac membraneux contient du liquide et un grand nombre de cellules ciliées ; les vibrations provoquées par l'osselet (l'étrier) bougent le liquide qui met en mouvement les cellules ciliées qui détectent et transmettent ces mouvements en signaux électriques, et se récupèrent ensuite par le nerf auditif qui transmet ces signaux au cerveau qui le décode afin nous entendions (Poirier,

1980 ; Marieb et al, 2010 ; Simon et al, 2008 ; Tortora et al, 2017).

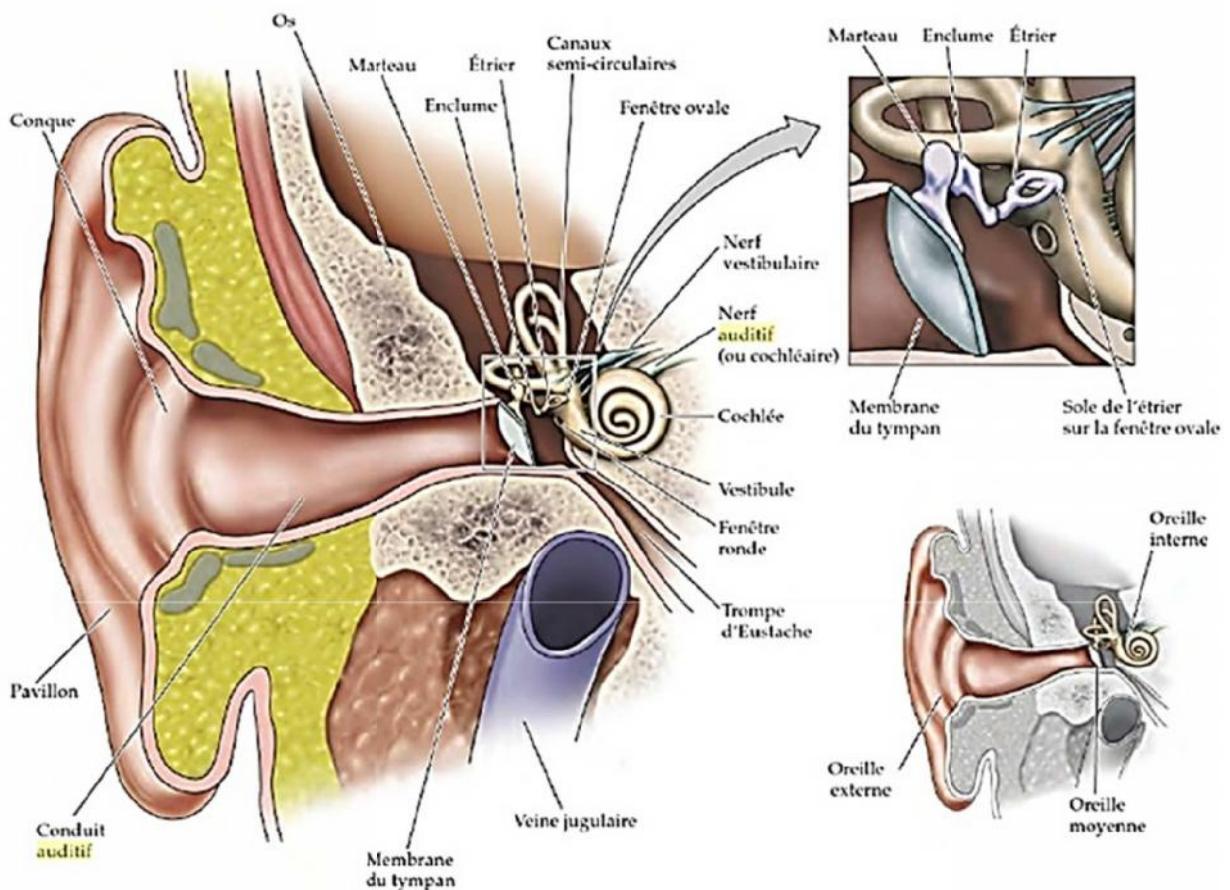


Figure 17 -l'oreille humain.

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

- **Les voies auditives centrales** : Une fois sorti de l'oreille interne, le nerf auditif, appelé aussi nerf cochléo-vestibulaire ou nerf VIII, va rejoindre le cerveau au niveau du tronc cérébral pour composer les voies auditives centrales. Leur anatomie est très complexe. Pour simplifier, les informations auditives contenues dans le nerf sont traitées tout au long de leur parcours en passant par plusieurs étages de relais pour atteindre finalement l'aire auditive ou cortex auditif primaire, région du cerveau qui s'occupe de l'audition.

- **Physiologie de l'audition** : Le son va stimuler l'oreille de deux manières :
 - Par voie ou conduction aérienne en transitant par les trois parties de l'oreille.
 - Par voie ou conduction osseuse en stimulant directement l'oreille interne par « vibration » des structures osseuses qui l'entourent.

I.4 Pollution sonore

La pollution sonore est un terme qui décrit des situations sonores bruyantes où le niveau de bruit dépasse les valeurs limites d'intensité sonore proposées par les agences internationales de protection de l'environnement et de la santé comme des seuils d'innocuité vis-à-vis de la santé humaine et l'équilibre de l'écosystème. Ce type de pollution est principalement causé par les moyens de transport (routier, ferroviaires, aériens), le bruit de voisinage, d'usines et d'autres activités humaines (Tripathy, 2008 ; Agarwal, 2005 ; Raven et al, 2009)

I.5 Le bruit

Un bruit, source de nuisance ou de risque, est défini comme un ensemble de sons générant une sensation auditive jugée désagréable ou gênante.

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) définit le bruit comme « un phénomène acoustique (qui relève donc de la physique) produisant une sensation (dont l'étude concerne la physiologie) généralement considérée comme désagréable ou gênante (notions que l'on aborde au moyen des sciences humaines - psychologie, sociologie) ».

En revanche, l'Agence Française de Normalisation (AFNOR) définit le bruit comme « un phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante ».

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

Le bruit constitue une problématique majeure et trouve son origine à différents niveaux : amplification des infrastructures de transport, essor des zones artisanales commerciales et industrielles, développement des grandes villes et agglomérations.

L'activité humaine et économique engendre différents types de bruit qu'il convient de maîtriser : bruit des infrastructures de transport, bruit routier, bruit des activités industrielles, etc.

Selon les auteurs, le bruit est un phénomène tantôt physique, tantôt subjectif, ce dernier aspect pouvant être pris dans son sens perceptif aussi bien que culturel.

Pour la Commission électrotechnique internationale (CEI), le bruit est un « *son ayant généralement un caractère aléatoire sans composantes bien définies* ».

Pour les ouvrages classiques (Larousse, Robert), le bruit est défini en référence à la musique, ce qui, dans la perspective des conditions de travail, serait bien difficile de justifier :

« *Ensemble de sons sans harmonie* », « *phénomène dû à une superposition de vibrations diverses non harmoniques* », ou « *ce qui, dans ce qui est perçu dans l'ouïe n'est pas senti comme son musical* ».

Seuls les Anglo-Saxons se placent délibérément dans la perspective des effets perturbateurs du bruit. Ils le définissent comme un « *son jugé indésirable par le sujet qui le reçoit* » s'attachant essentiellement à la sensation et non plus au stimulus qui la provoque.

Pour être la plus générale, cette définition reste cependant en deçà des réalités. Elle néglige une des composantes majeures de la perception : l'habituation. En effet, l'homme, grâce à ses facultés d'adaptation, se révèle apte à intégrer le bruit comme une composante familière de son environnement et à en atténuer le caractère agressif.

Le son ne représente plus, dans ce cas, une entité indésirable et la question essentielle reste de savoir si cette forme de « *neutralisation* » ne s'effectue pas au détriment d'autres équilibres fondamentaux de l'organisme. En d'autres termes : quel peut être le coût physiologique de l'adaptation au bruit ?

Il est à noter, par ailleurs, que le qualificatif « indésirable » s'oppose aux idées contenues dans les définitions françaises à connotation plus musicale. La non-harmonie (selon

Larousse) ou la non-musicalité (selon Robert) sont des notions très restrictives qui négligent la dimension introduite par le concept de nuisance sonore. C'est précisément cette subjectivité, facteur très limitatif qui intervient à l'encontre de toutes les lois de quantification qui ne permet pas de conclure sur l'importance de la structure du bruit dans son action sur l'homme.

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

Ainsi, ce qui est considéré comme signal vecteur d'information pour les uns sera perçu comme bruit pour les autres. La musique du voisin est presque toujours indésirable même chez un sujet pour qui la musique ne l'est pas. Le contexte peut avoir plus d'importance que la nature du signal et cette relativité est probablement à l'origine des multiples paradoxes qui règnent dans le domaine des effets du bruit qu'illustre de façon symbolique la citation de Léopold Ier qui définissait la musique, peut-être sans humour, comme « le plus coûteux de tous les bruits ».

Ainsi les classifications habituelles du bruit selon ses composantes structurelles (niveau, spectre, caractère impulsionnel ou stationnaire, etc.) se sont-elles toujours révélées impuissantes à traduire l'interaction bruit-santé et à établir les relations dose-réponse susceptibles de quantifier l'effet du bruit. C'est la raison pour laquelle depuis plusieurs décennies, les chercheurs s'orientent vers des méthodes permettant de hiérarchiser les bruits selon leurs effets sur l'organisme.

Dans cette perspective, ils sont amenés à distinguer trois classes de bruit :

Les bruits gênants : Qui exercent une action sur certaines fonctions psychiques ou même physiologiques (d'après Chocholle).

Le ministère de la Santé (française) les a définis sur la base d'observations statistiques, en fonction de leur émergence au-dessus du niveau moyen ambiant : de + 3 dB la nuit et de + 5 dB le jour.

- **Les bruits stressants** : Qui provoquent des modifications de l'état d'équilibre physiologique du sujet. Leur action agressive concerne aussi bien le récepteur auditif que l'ensemble de l'organisme. Toutefois, leur action reste réversible.

- **Les bruits traumatisants** : Qui provoquent, cette fois, des perturbations ou des lésions irréversibles. Leur action peut se situer :

- Au niveau du système auditif où ils entraînent des pertes définitives d'audition.
- Au niveau de l'organisme où ils peuvent être la cause de troubles psychiques ou physiologiques graves.

I.5.1 Les différents types de bruit

Les bruits sont émis par des sources très variées et ont une nature et une composition très différentes. Des qualificatifs caractérisent ainsi certains bruits. Parmi ces bruits, des bruits normalisés sont créés artificiellement et utilisés pour des mesures acoustiques en simulant par exemple les bruits émis à l'intérieur des bâtiments et les bruits émis par les transports. Ce sont

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

le bruit blanc, le bruit rose, le bruit routier, le bruit de chocs. La définition des bruits normalisés et de quelques bruits naturels est donnée ci-après par ordre alphabétique.

Bruits normalisés ou bruit de référence

Bruit blanc : Bruit qui contient toutes les fréquences audibles au même niveau de pression sonore donc autant des sons aigus, grave ou médium.

Bruit rose : Il contient plus de sons graves que d'aigus. Il est utilisé pour mesurer l'isolement à l'intérieur des bâtiments et l'isolement des façades au bruit des avions.

Bruit route : Il sert de référence pour le bruit des trafics routier et ferroviaire. Il est plus riche en sons graves que le bruit rose.

Bruit de chocs normalisés : Bruit produit dans un local par une machine à cinq marteaux frappant le sol pour mesurer l'isolation d'un revêtement.

Bruit aérien : Bruit se propageant dans l'air pouvant être extérieur ou intérieur (exemple : bruit de la circulation, voix, bruit de télévision...).

Bruit ambiant ou bruit de fond : Ensemble des bruits émis par toutes les sources sonores proches ou éloignées en un lieu et à un instant donnés.

Bruit de l'environnement : Bruit émis par toutes les sources sauf le bruit sur les lieux de travail industriel.

Bruit fluctuant : Bruit ayant des fluctuations de niveau supérieur à 5 dB mesurées avec un sonomètre en mode lent.

Bruit impulsionnel : Bruit consistant en une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique d'une durée inférieure à 1 s et séparées de plus de 0,2 s.

Bruit particulier : Bruit du milieu ambiant pouvant être identifié spécifiquement.

Bruit résiduel : Bruit ambiant en l'absence de bruits particuliers.

Bruit solidien : Bruit se propageant dans les milieux solides. On distingue les bruits d'impacts (bruits de choc sur une paroi) et les bruits d'équipements (ascenseur, chaudières).

Bruit stable : Bruit ayant des fluctuations inférieures à 2dB sur un sonomètre en mode *Slow* (lent).

I.5.2 L'échelle de bruit

L'échelle de bruit est une classification acoustique répertoriant les différents niveaux de bruits **fig.18.**

Les études et mesures acoustiques présentent un intérêt particulier, en permettant de connaître précisément le niveau de bruit de l'environnement dans lequel on évolue.

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

Mais en permettant aussi de diffuser les conseils dont on a besoin pour tendre vers une relation harmonieuse avec le bruit dans son secteur d'activité, et non plus le subir.

Dans l'échelle des intensités, l'oreille humaine est capable de percevoir des sons compris entre 0 dB seuil minimal, en passant par le seuil dit de « danger » pour la santé (90 dB) et le seuil de douleur (et/ou de destruction cellulaire) (120dB).

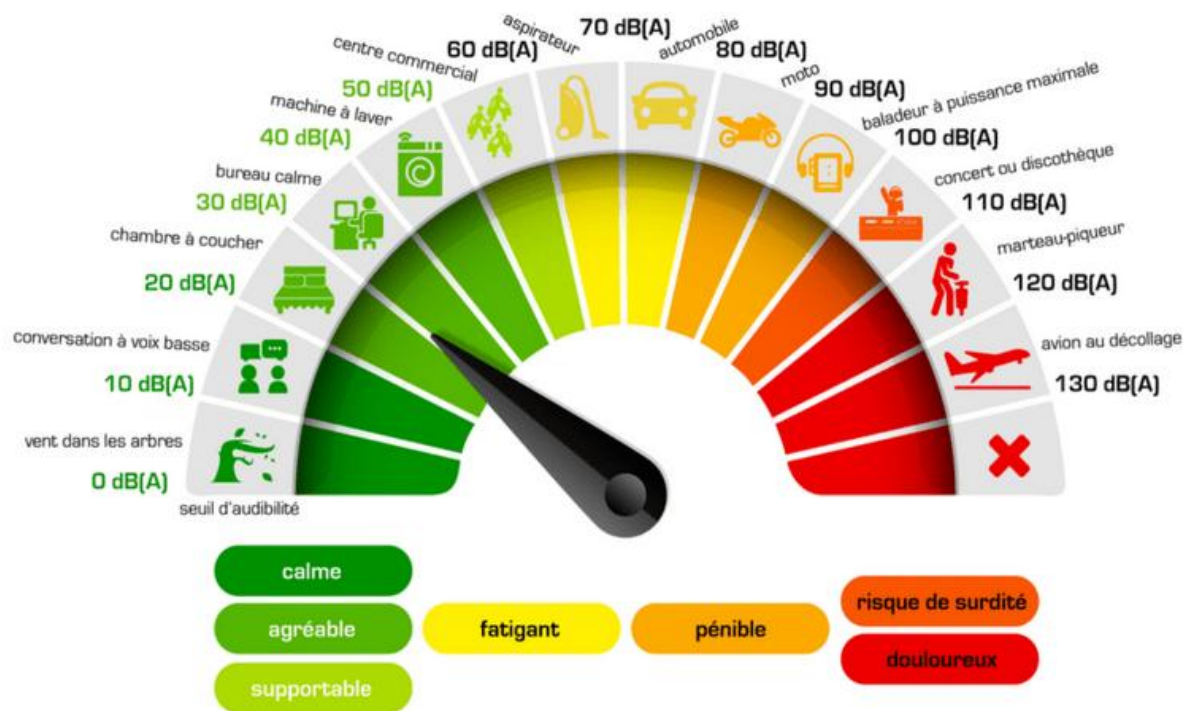


Figure 18 -Echèle de bruit

I.5.3 Seuils limites d'exposition au bruit

Niveau sonore en dB (A)	Durée d'exposition maximale	Niveau sonore en dB (A)	Durée d'exposition maximale
80	8 h	100	5 min
83	4 h	104	2 min
86	2 h	108	45 s
89	1 h	110	29 s
92	30 min	115	9 s
95	15 min	117	5,7 s
98	7,5 min	120	2,9 s

Tableau 1 -Seuils limites d'exposition au bruit

Chapitre I : Généralités sur le bruit et l'acoustique

Nous avons pu identifier les grands concepts ainsi les caractéristiques physiques fondamentales du son à travers l'étude bibliographique qui a été faite dans ce chapitre ce qui va nous aider à mieux comprendre le phénomène de bruit.

En effet l'identification des différents paramètres physique et environnementaux qui influent sur l'environnement sonore comme la réflexion et la diffraction peut affecter également la précision des mesures et la qualité des enregistrements sonores effectués dans la deuxième partie de notre étude.

Finalement nous avons consacré la dernière partie de ce chapitre sur les définitions et paramètres relatives au bruit en déterminant les différents types et classes de bruit.

Chapitre II :
Effet du bruit sur la santé

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

II.1 Introduction

“La santé n'est pas seulement l'absence de maladie, mais un état complet, bien-être physique, mental et social. » (O.M.S. 1948).

Quelles que soient les enquêtes auprès de la population, le bruit est considéré comme une des premières atteintes à la qualité de vie.

Les méfaits du bruit dans la vie professionnelle, sont trop souvent méconnus et négligés. Pourtant les conséquences peuvent être graves et irréversibles.

II.2 La nocivité du bruit

La nocivité du bruit est liée :

II.2.1 Aux caractères du bruit

- **La qualité du bruit:** Les bruits de fréquence aiguë (hautes fréquences) sont, à intensité égale, plus nocifs que les bruits graves.
 - **La pureté :** Un son pur de grande intensité est plus traumatisant pour l'oreille interne qu'un bruit à large spectre. Mais il faut noter que les sons purs sont peu fréquents en milieu industriel.
 - **L'intensité du bruit :** Le risque de fatigue auditive et/ou de surdité professionnelle croît avec l'augmentation de l'intensité.
- Ñ **L'émergence et rythme du bruit :** Un bruit impulsionnel ayant un caractère soudain et imprévisible est plus nocif qu'un bruit stable et continu de même énergie.
- Ñ **Durée d'exposition :** Pour une même ambiance sonore, plus la durée d'exposition est élevée plus les lésions auditives de l'oreille interne seront considérables.
- Ñ **L'association avec les vibrations :** L'exposition au bruit industriel associée aux vibrations aggrave le traumatisme sonore chronique.

II.2.2 Aux facteurs individuels et à l'état de santé

- Ñ **L'âge :** La fragilité cochléaire au bruit s'accroît avec l'âge ; elle devient plus marquée au-delà de 50 ans.
- Ñ **La susceptibilité individuelle :** Certains sujets sont plus fragiles que d'autres au bruit.

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

- Ñ **La fragilisation antérieure de l'oreille** : Elle peut être provoquée par des affections de nature microbienne ou virale, traumatique, toxique ou être héréditaire.
- Ñ **L'état de santé générale** : Etat cardio-vasculaire, diabète, hypertension, état neuropsychique.

Environnement spécifique	Effet critique sur la santé	Niveau sonore [dB(A)]	Base de temps [heures]
Zone résidentielle extérieur	Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée	55	16
	Gêne modérée pendant la journée et la soirée	50	16
Intérieur des logements	Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16
Intérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8
A l'extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtre ouverte	45	8
Salles de classe et jardins d'enfants, à l'intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l'extraction de l'information, communication des messages	35	Pendant la classe
Zones industrielles, commerciales, de circulation, extérieure et intérieure	Perte de l'audition	70	24

Tableau 2 - Valeurs guide pour le bruit dans les collectivités en milieux Spécifiques (OMS 2000)

II.3 Risques liés à l'exposition au bruit en milieu du travail

II.3.1 Les effets auditifs

➤ Les troubles d'audition

Les troubles auditifs produits par une exposition à un environnement bruyant sont de deux types :

- Temporaires : comme la fatigue auditive, les acouphènes et l'hyperacousie le plus fréquemment.
- Irréversibles : comme les pertes auditives partielles ou totales qui peuvent avoir un effet sur l'avenir professionnel et/ou social de l'individu.

➤ **La fatigue auditive**

La fatigue auditive est la baisse de l'acuité auditive temporaire et/ou la production d'acouphènes dus à une surexposition au bruit. Elle constitue l'un des signes précurseurs d'une surdité définitive chez le travailleur. À la fin d'une journée de forte exposition au bruit, le travailleur ressent une difficulté à entendre, sa voix lui semble lointaine avec l'impression d'oreilles bouchées. Après un repos de plus de 12 heures, tout redevient normal. Si ce phénomène se reproduit tous les jours, un déficit auditif s'installe et la récupération devient difficile (Nouaigui, 2011).

Au cours d'une journée bruyante, l'oreille se fatigue et le travailleur présente une baisse auditive correspondante à un déplacement temporaire de seuils d'audition appelée fatigue auditive. Entre la fin d'un poste de travail et le début du suivant, l'oreille récupère en général une grande partie du déficit transitoire, mais souvent une partie de la perte subsiste. Après des jours, des mois et des années d'exposition, le déficit transitoire devient permanent et une nouvelle fatigue auditive vient se surajouter à la perte de venue irréversible. Un bon programme de surveillance audiométrique essaiera d'identifier ces déficits auditifs temporaires pour permettre d'instaurer des mesures préventives avant que la perte ne devienne permanente (Nachi et Salmi, 2017).

➤ **Les acouphènes et l'hyperacousie**

L'exposition à un bruit intense (concert fortement sonorisé par exemple) peut provoquer un bourdonnement des oreilles. Ces symptômes appelés acouphènes se caractérisent par des sons émis par l'oreille interne elle-même, ou dus à une mauvaise circulation sanguine dans les structures de l'oreille. A la suite d'une exposition à un niveau de bruit élevé, une surdité passagère peut également apparaître. Elle correspond à une augmentation temporaire du seuil d'audibilité (hyperacousie) (Nachi et Salmi, 2017).

L'hypersensibilité auditive devient une véritable phobie des stimulations sonores, l'individu "traumatisé" passant son temps à développer des stratégies pour les éviter. L'hyperacousie représente alors un véritable handicap avec lequel il devient impossible de poursuivre une vie normale (Nachi et Salmi, 2017).

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

➤ La surdité professionnelle

La surdité professionnelle est une atteinte irréversible puisqu'elle s'accompagne de la destruction des cellules auditives ciliées de l'organe de Corti, qui peut être accompagnée d'autres troubles acouphènes. C'est aussi l'élévation du seuil auditif par atteinte cochléaire provoquée par l'exposition au bruit lésionnel (Nouaigui, 2011). Il faut plusieurs dizaines d'années d'exposition à des bruits forts pour constater une surdité professionnelle très prononcée, pourtant le diagnostic d'une surdité professionnelle peut être posé précocement à partir des audiogrammes quand ils se manifestent par une perte auditive, peu perceptible pour le sujet atteint.

Les surdités d'origine professionnelle sont de deux types :

- soit la surdité brutale liée à un accident du travail, consécutive à un traumatisme sonore (barotraumatisme, éclatement ou explosion),
- soit la surdité liée à une exposition chronique au bruit (maladie professionnelle), d'installation insidieuse (www.officiel-prevention.com).

Le diagnostic de la surdité professionnelle est généralement facile si l'on est en présence d'un travailleur exposé au bruit présentant ou non une hypoacousie plus ou moins importante avec acouphènes, alors que l'examen ORL est normal (tympons normaux) et sans aucun antécédent otologique. L'hypoacousie touche initialement les fréquences autour de 4000 Hz puis cette bande de déficit s'élargit peu à peu pour concerner les hautes fréquences de façon prédictive, puis couvrir la bande des fréquences conversationnelles (500Hz à 3000Hz). L'audiométrie tonale apporte généralement le diagnostic en confirmant la présence d'une surdité de perception bilatérale et symétrique (Nouaigui, 2011).

Il n'existe malheureusement pas de traitement médical de la surdité professionnelle seule reste la prévention.

La surdité professionnelle évolue de façon lente et insidieuse en quatre stades audiométriques et cliniques :

1er stade : Le scotome auditif irréversible : Dans ce stade, le sujet ne se rend compte de rien et le déficit ne gêne pas sa vie relationnelle.

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

2ème stade : La période de latence : A ce stade, le sujet ne prend conscience de son hypoacousie que dans des conditions limites d'audition.

3ème stade : La surdité manifeste : A ce stade, le sujet fait répéter, n'entend plus certains sons surtout s'ils sont aigus, et l'intelligibilité des mots devient difficile surtout s'ils sont courts ou monosyllabiques. Il ne comprend plus distinctement ce qui se dit surtout quand plusieurs personnes parlent. De ce fait, il commence à subir une gêne sensible dans sa vie sociale et professionnelle. De légers troubles tels que les acouphènes, sifflements et sensation d'oreilles bouchées peuvent apparaître.

4ème stade : Le handicap auditif (ou surdité profonde) : A ce stade le travailleur, devient un handicapé sensoriel et professionnel (INRS, 2018).

La surdité d'origine professionnelle reconnue est due à l'exposition au bruit selon les dispositions du tableau n°42 de la liste des maladies professionnelles algériennes (annexe).

II.3.2 Effets biologiques et extra auditifs du bruit

Les effets du bruit ne se limitent pas seulement à l'appareil auditif, aux voies nerveuses et aux aires cérébrales spécifiques à l'audition (effets spécifiques ou effets auditifs). Du fait de l'étroite interconnexion des différentes voies nerveuses entre elles, les messages nerveux d'origine acoustique atteignent de façon secondaire d'autres centres nerveux et provoquent ainsi des réactions plus ou moins spécifiques et plus ou moins marquées au niveau d'autres fonctions biologiques ou d'autres systèmes physiologiques. Ce sont ces réactions observées hors du champ du système de l'audition que l'on appelle les effets non spécifiques ou effets extra-auditifs du bruit (AFSSE, 2004).

Ces effets extra-auditifs touchent le bien-être physique, en particulier le système nerveux central (troubles du sommeil), le psychisme (rendement, concentration, irritabilité, agressivité) ainsi que le système nerveux végétatif (pression artérielle, circulation sanguine, rythme cardiaque, troubles de la digestion, métabolisme, stress). Tous ces effets sont des symptômes de la diffusion des réactions d'alerte dans l'organisme, qui sont déclenchées et gérées par une augmentation de l'état d'excitation du système nerveux végétatif. Ils apparaissent avec un niveau sonore continu inférieur à 85 dB(A). Le diagnostic proprement dit des atteintes à la santé d'ordre végétatif n'est pas toujours aisé. Ce fait ne doit cependant pas faire renoncer à la prise de mesures de prévention des atteintes à la santé (Beat et *al.*, 2008).

➤ Les effets du bruit sur le système endocrinien

L'exposition au bruit entraîne une modification de la sécrétion des hormones liées au stress que sont l'adrénaline et la noradrénaline. Les concentrations de ces hormones surrénaliennes sont augmentées de façon significative lors de l'exposition au bruit au cours du sommeil et ceci se traduit par une excrétion urinaire accrue de leurs produits de dégradation. L'élévation du taux nocturne de ces hormones peut entraîner des conséquences sur le système cardiovasculaire tels que l'élévation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle ou encore des arythmies cardiaques, des agrégations plaquettaires ou encore une augmentation du métabolisme des graisses (AFSSE, 2004).

Selon AFSSE (2004), plusieurs études rapportent également une élévation du taux nocturne du cortisol sous l'effet du bruit. Le cortisol est une hormone qui traduit le degré d'agression de l'organisme et qui joue un rôle essentiel dans les défenses immunitaires de ce dernier.

➤ Le stress

Lorsque l'organisme n'est plus en mesure de supporter la situation bruyante, le phénomène de stress apparaît. Il peut être identifié à partir des perturbations physiologiques et organiques qu'il engendre (sécrétion d'hormones : noradrénaline, adrénaline, cortisol).

Il évolue en trois phases : une réaction d'alarme, une étape de résistance et un stade d'épuisement.

En réponse à un bruit, l'organisme réagit comme il le ferait de façon non spécifique à toute agression physique ou psychique.

Le bruit, s'il se répète, va entraîner une multiplication des réponses de l'organisme, et peut induire, à la longue, un état de fatigue, voire un épuisement. Au-delà de cette réaction, l'organisme peut ne plus être capable de répondre de façon adaptée et voir ses systèmes de défense devenir inefficaces.

L'exposition à un stress chronique est associée à des changements métaboliques qui augmentent le risque de maladie cardiovasculaire, et contribuent également à l'altération de la fonction immunitaire, au diabète, à des symptômes dépressifs. On observe alors une dégradation de l'état de santé de l'individu.

L'adaptation de l'individu dépend de la perception de la situation.

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

La possibilité d'exercer un contrôle sur le bruit atténue les effets physiologiques et comportementaux des réponses de stress.

Selon le contexte, des stratégies d'ajustement peuvent être mises en place :

- **L'évitement** : Fuir le bruit.
- **La vigilance** : Concentration et recherche d'information sur le bruit.
- **Le déni** : Prise de distance par rapport au bruit.

➤ Les effets sur le système cardiovasculaire

Les hormones

Un état de stress créé par une exposition au bruit entraîne la libération excessive d'hormones telles que le cortisol ou les catécholamines (adrénaline, dopamine). Et c'est l'augmentation de ces hormones qui peut engendrer des effets cardiovasculaires.

Le cortisol ou hydrocortisone est une hormone corticostéroïde sécrétée par le cortex. Cette hormone gère le stress et a un rôle important dans la régulation de certaines fonctions de l'organisme. Le profil de cortisol montre normalement une variation avec un taux bas la nuit et haut le matin. À la suite d'une longue exposition stressante, la capacité pour l'homme de réguler son taux de cortisol (baisse la nuit) peut être inhibée. Une étude (Ising, 2004) a été réalisée sur 68 enfants qui avaient consulté un médecin pour une bronchite et qui subissaient une exposition au bruit durant la nuit. Cette étude a montré qu'un niveau de bruit supérieur à 53 dB(A) pendant la nuit est associé à une augmentation importante du cortisol le matin, ce qui à long terme peut entraîner une aggravation de la bronchite des enfants. Cependant il y a plusieurs facteurs qui peuvent influencer la variation de cortisol en réponse à la stimulation par le bruit, comme par exemple le type de facteur de stress (bruit ferroviaire, alarme de voiture...) et l'heure de la stimulation. Une autre étude (Bluhm 2010) sur le cortisol comme marqueur de stress a été effectuée avec différents sujets et différentes sources de bruit. Il a été remarqué que les femmes exposées à un niveau de bruit aérien supérieur à 60 dB ont une hausse importante du taux de cortisol le matin, qu'elles se considèrent gênées ou non. Par contre les hommes n'ont pas d'augmentation significative. Néanmoins, il pourrait être possible d'utiliser l'augmentation de cortisol comme une norme pour le bruit aérien. Si un modèle physiologique pouvait servir à créer un tableau avec la tolérance du bruit la nuit, basé

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

sur la limite d'accumulation du cortisol par l'organisme, alors certaines différences entre hommes et femmes devraient d'abord être analysées.

➤ Pression artérielle et Pulsations cardiaques

L'augmentation de la tension artérielle et l'augmentation des pulsations cardiaques sont des réactions cardiovasculaires pouvant être liées à une augmentation du stress.

Des études (Belojevic, 20086) faites sur 328 enfants entre 3 et 7 ans et allant dans 10 jardins d'enfants différents montrèrent que les enfants ayant un environnement calme au jardin d'enfant et à la maison avaient une pression artérielle et des pulsations cardiaques moins élevées que les enfants ayant un environnement bruyant au jardin d'enfant et à la maison.

Plusieurs autres études épidémiologiques (Bodin, 20097) ont montré que le bruit provenant du trafic routier peut augmenter le risque d'hypertension artérielle chez les adultes qui vivent dans des lieux dont le L_{Aeq} est supérieur à 65 dB(A). Cependant, les résultats d'études entre l'exposition au bruit et la pression artérielle sur les enfants sont moins cohérents.

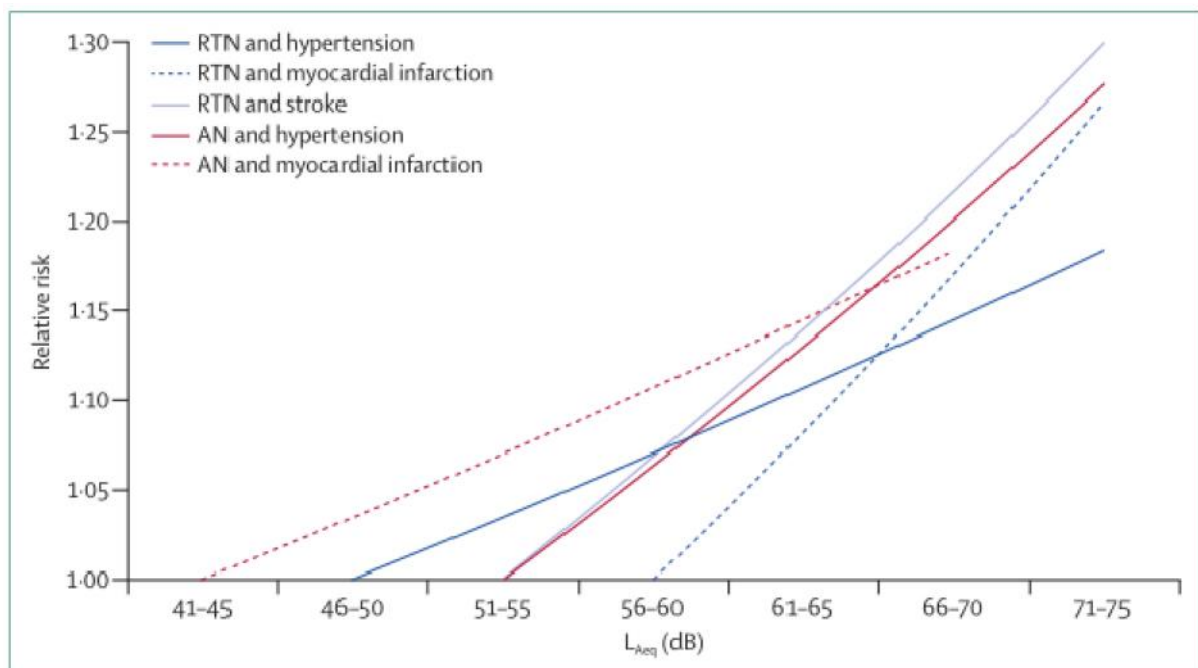


Figure 19 - Courbes exposition-réponse du bruit routier et aérien sur les maladies cardiovasculaires

➤ Les effets psychologiques sur la santé mentale et la gêne

La santé mentale peut être définie comme un fonctionnement psychique faisant référence à un état émotionnel et psychologique permettant à un sujet de s'inscrire dans un rapport affectif et

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

social et de faire face aux exigences de la vie quotidienne. Il n'a pas été établi pour l'instant de liens directs et certains entre le bruit ambiant et la santé mentale. Cependant les résultats de récentes enquêtes internationales suggèrent que l'exposition au bruit à long terme est associée à des problèmes de santé mentale comme l'anxiété et la dépression, sans affecter sérieusement le fonctionnement psychologique au sens clinique du terme, défini par des troubles psychiatriques.

La gêne est la réponse la plus répandue dans les populations exposées au bruit ambiant. La gêne résultant du bruit peut entraîner des désagréments perturbant les activités de tous les jours et peuvent s'accompagner de réponses négatives de la part des personnes exposées comme de la colère, du mécontentement ou de l'épuisement. La gêne contribue donc à la charge de morbidité du bruit environnemental, comme montré sur la figure ci-dessous : Noise annoyance = 654 000 Dalys.

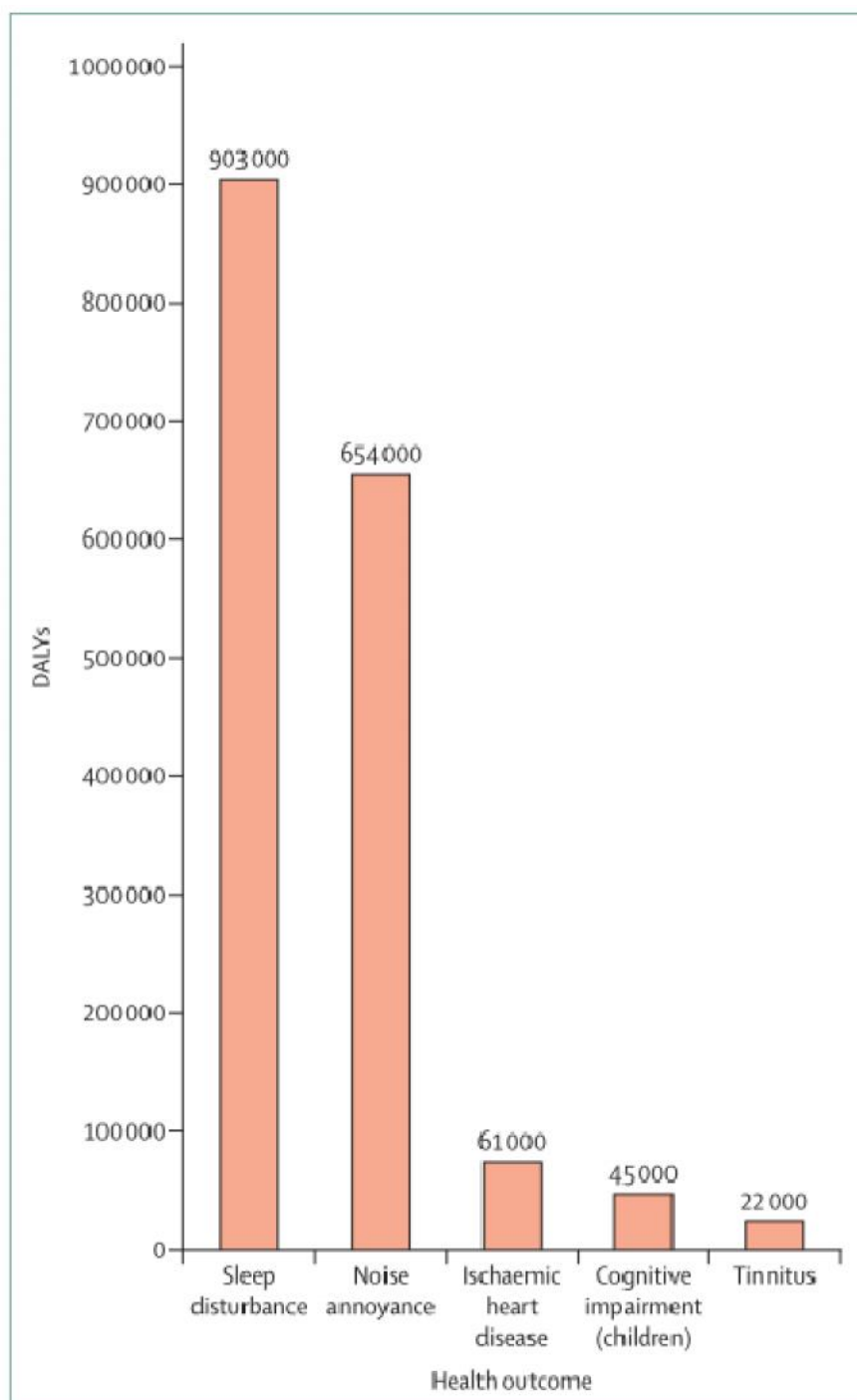


Figure 20 - DALYs attribués à l'exposition du bruit environnemental en Europe

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

➤ **La Gêne et la santé mentale**

La gêne peut se définir comme une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement dont l'individu (ou le groupe) connaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé.»

(O.M.S. Le bruit, critère d'hygiène de l'environnement N° 12, 1980)

L'exposition chronique au bruit aurait une influence sur la réponse au stress et le bien-être psychologique. En effet, différentes études (van Kamp, 2008) menées autour de l'aéroport de Schiphol au Pays-Bas suggèrent que le bruit influencerait sur le développement de troubles mentaux. Par exemple, les adultes qui indiquent des troubles chroniques graves dus à un voisinage bruyant ont été identifiés comme personnes ayant un risque de dépressions ou de migraines. Une étude de Öhrström (2004) a montré qu'une réduction de la gêne due au bruit du trafic routier correspond à une amélioration globale de la sensation générale de bien-être. Cette augmentation de la qualité de vie a entraîné une diminution des risques sanitaires associés : migraines, insomnies etc.

Le type de logement et sa qualité, la qualité du voisinage, le bruit, le surpeuplement, la qualité de l'air intérieur et la lumière peuvent tous contribuer à la santé mentale individuelle. Des sources extérieures de bruit importantes peuvent augmenter la détresse psychologique, mais ne créent pas de maladie mentale grave telle que le décrit l'étude de M. Guité et coll. (2006).

➤ **La sensibilité au bruit et la gêne**

La sensibilité au bruit est généralement considérée comme la principale source non acoustique modifiant la réaction au bruit. Elle diffère beaucoup selon les personnes, certaines sont plus réactives au bruit que d'autres ; cela dépend de facteurs propres aux individus et au contexte. En outre, les individus n'ont pas tous le même seuil de détection auditive.

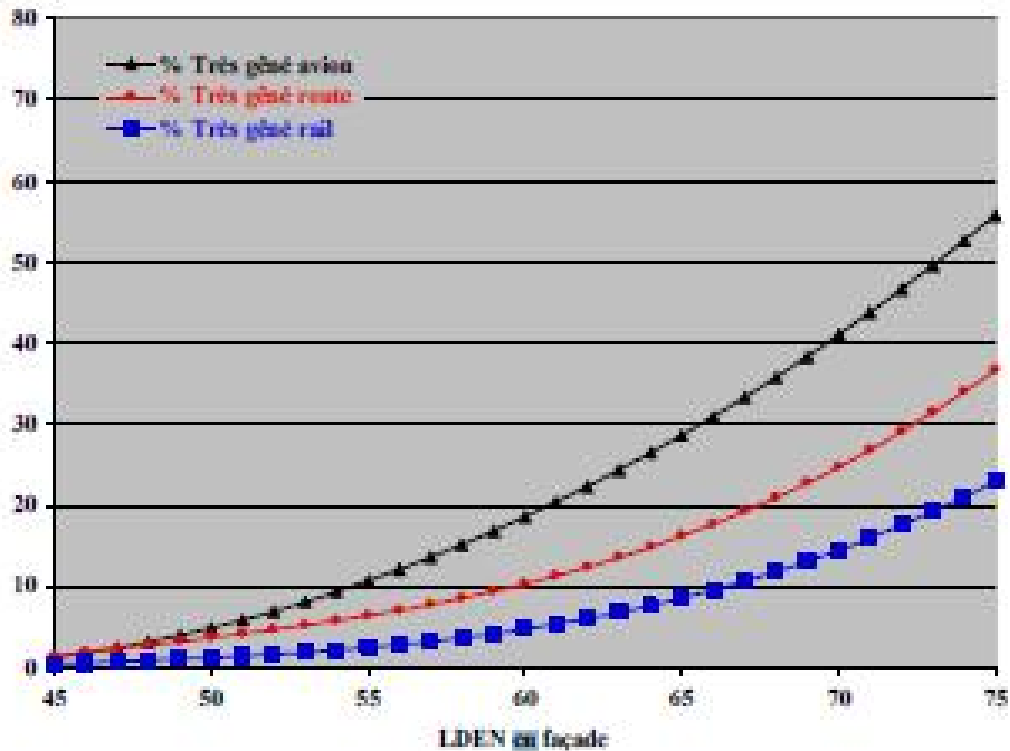


Figure 21 - Relations dose-réponse : bruit (LDEN-24h) et gêne long terme

La sensibilité au bruit est aussi due à un état interne psychologique ou à un style de vie de l'individu qui peut augmenter sa réactivité au bruit. Elle dépend également de sa culture et des conditions climatiques. Par exemple une personne qui vit dans une campagne calme pourra craindre de vivre en ville et avoir un temps d'adaptation plus long. Une forte sensibilité au bruit peut être une conséquence d'une perturbation du sommeil ou bien encore consécutive à une détresse psychologique. Dans l'ensemble de la population, le pourcentage de personnes estimant être très sensibles au bruit est d'environ 12 à 15%. Une récente expérience (White 2008) dirigée par l'Université d'Amsterdam montre une forte association entre la sensibilité au bruit et la dépression, l'énervement, la fatigue et le stress.

➤ La perturbation du sommeil

Les troubles du sommeil sont considérés comme les plus nocifs effets du bruit environnemental. Le sommeil doit être d'une longueur suffisante et tranquille pour assurer une qualité de vie aux populations.

Le sommeil est la période où le corps se régénère. Il est essentiel pour le développement, la santé et le bien être. Le sommeil peut être facilement perturbé par le bruit ce qui peut provoquer des effets inconscient mineurs, voire un réveil complet.

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

La première partie de la nuit est plus particulièrement favorable à la récupération physique alors que la seconde partie de la nuit est plus favorable à la récupération psychique et nerveuse. Le sommeil sera donc reconstituant si les cycles se succèdent facilement et sans perturbations.

Le sommeil est un processus réparateur nécessaire pour maintenir le fonctionnement optimal du corps humain, son niveau de la vigilance et le bien-être pendant la journée. Les troubles du sommeil doivent être pris en compte car ils réduisent la récupération physique et mentale des individus. D'après une autre recherche (Soames, 200812), il y a deux séries de causes de perturbations du sommeil, une interne et une externe. La cause interne est due à des pathologies du sommeil (apnée du sommeil), à des maladies somatiques (infections, toux) ainsi qu'à des facteurs d'origine psychologique (anxiété, stress). La plus importante cause de perturbation du sommeil externe est la pollution sonore

Dose Leq dB(A)	Effets	Crête en dB	Effets
75	Endormissement impossible	85	Réveil de l'adulte et de l'enfant
65	Réveil de l'adulte	60	Altérations du rythme cardiaque
55	Réveil de l'enfant	55	Début des modifications du rythme cardiaque
45	Sommeil paradoxal altéré	45	Perturbations de l'électro-encéphalogramme chez l'enfant
35	Début de perturbations possibles de l'électro-encéphalogramme		

Tableau 3 – *Effet du bruit sur le sommeil*

On peut distinguer trois types d'effets du bruit sur le sommeil: les effets sur le comportement du sommeil (effets primaires), les effets sur les performances et l'humeur durant la journée (effets secondaires) et les effets à long-terme sur le bien-être et la santé.

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

Les effets primaires :

Le bruit nocturne peut entraîner une activation du système nerveux, empêchant la personne de s'endormir ou provoquant son réveil. Cependant, la réponse au bruit est souvent plus subtile et peut impliquer le passage d'un sommeil profond vers un sommeil plus léger, une augmentation des mouvements du corps, une accélération temporaire du rythme cardiaque et une modification des concentrations hormonales. Enfin, la pression artérielle est également affectée par les bruits nocturnes.

Les effets secondaires :

Ce type d'effets inclut une réduction de la qualité du sommeil ainsi qu'un accroissement de l'irritabilité, de la somnolence et de la fatigue. D'autres effets sont également observés comme l'humeur dépressive ou la réduction des performances intellectuelles.

Les effets à long terme :

A long terme, le bruit nocturne peut mener à de l'insomnie et à une augmentation de l'usage des médicaments. Il est prouvé que l'exposition nocturne au bruit augmente la tension artérielle. Enfin, certains éléments indiquent une contribution du bruit au développement de maladies mentales.

Les effets à long terme débutent à des niveaux relativement bas et deviennent de plus en plus évidents à mesure que l'intensité du bruit augmente: les changements entre les périodes de sommeil, l'accroissement des mouvements du corps et l'accélération des pulsations cardiaques débutent à des niveaux sonores d'environ 32 à 42 dB(A). La qualité du sommeil est affectée à partir de niveaux de bruit de 40 dB(A), niveaux de bruit qui déclenchent également des réveils nocturnes, dont on n'est pas toujours conscient s'ils sont de courte durée (moins de trois minutes).

➤ **Le bruit, la communication et la sécurité**

Il est évident que le bruit risque de gêner la communication orale et la perception des signaux acoustiques de sécurité ou de créer un «effet de masque».

De nombreux procédés industriels peuvent très bien être mis en œuvre avec un minimum de communication entre les travailleurs. D'autres métiers en revanche, comme ceux de pilote de ligne, de mécanicien de chemin de fer, etc. reposent fortement sur la communication orale.

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

Dans bon nombre de cas, les travailleurs doivent s'accommoder de la situation en faisant des efforts pour comprendre les paroles dans le bruit, en forçant la voix ou en communiquant par gestes. Un effort excessif risque de provoquer chez certaines personnes un ou même plusieurs nodules ou d'autres anomalies des cordes vocales qui peuvent nécessiter des soins médicaux.

On sait par expérience qu'à des niveaux de bruit supérieurs à 80 dB(A), il faut parler très fort et, quand le niveau dépasse 85 dB(A), il faut crier. Quand le niveau dépasse largement 95 dB(A), les interlocuteurs doivent se rapprocher très près pour pouvoir tout simplement communiquer.

Il est généralement admis que le bruit peut être préjudiciable à la sécurité, mais seul un petit nombre d'études ont été consacrées à ce problème. Par contre, nombreux sont les rapports signalant des cas de travailleurs dont les vêtements ou les mains ont été happés par une machine et qui ont été gravement blessés sans que leurs collègues de travail aient pu entendre leurs appels au secours. Pour pallier ce problème de communication en milieu bruyant, certains employeurs ont installé des avertisseurs visuels.

Autre problème dont les travailleurs exposés au bruit sont plus conscients que les professionnels de la conservation de l'audition et de la santé au travail: les équipements de protection individuelle peuvent parfois gêner la perception de la parole et des signaux acoustiques de sécurité. C'est surtout le cas quand ceux qui portent ces protecteurs sont déjà atteints de perte auditive et que le niveau sonore tombe au-dessous de 90 dB(A).

Dans ce cas, il est tout à fait justifié que les travailleurs manifestent leur préoccupation quant au port d'une protection individuelle. Il est important d'y être attentif et de mettre en oeuvre des mesures techniques de lutte contre le bruit ou bien d'améliorer le type de protection proposé, comme des protecteurs incorporés à un système de communication électronique, par exemple. La réponse en fréquence des protecteurs d'oreilles actuels est devenue en outre plus plate, plus «haute fidélité», ce qui devrait pouvoir améliorer la capacité qu'ont les travailleurs de comprendre la parole et les signaux acoustiques de sécurité.

➤ Niveau de performance

Il a été montré, principalement pour les travailleurs et les enfants, que le bruit peut compromettre l'exécution de tâches cognitives. Bien que l'éveil dû au bruit puisse produire une meilleure exécution de tâches simples à court terme, les performances diminuent sensiblement pour des tâches plus complexes. La lecture, l'attention, la résolution de

Chapitre II : Effet du bruit sur la santé

problèmes et la mémorisation sont parmi les effets cognitifs les plus fortement affectés par le bruit. Le bruit peut également distraire et des bruits soudains peuvent entraîner des réactions négatives provoquées par la peur.

Le bruit peut également produire des troubles et augmenter les erreurs dans le travail, et certains accidents peuvent être un indicateur de réduction des performances.

En conclusion La focalisation de notre recherche documentaire dans ce deuxième chapitre théorique sur les effets du bruit nous a montré que l'effet du bruit ne se limite pas seulement à une situation d'inconfort comme beaucoup de gens le pensent bien que les effets peuvent être plus graves.

Les nuisances sonores ont pour conséquences des effets auditifs comme la surdité avec déficit auditif temporaire ou définitif, les acouphènes, mais également non auditifs comme les impacts sur le sommeil et le stress.

Il convient d'être vigilant, car l'exposition à des niveaux sonores excessifs peut entraîner des lésions définitives du système auditif.

En dehors des atteintes au système auditif, le bruit ambiant peut entraîner une gêne ou un stress vecteur de troubles et de pathologies qui nuisent non seulement à la santé du travailleur mais aussi à la productivité de son travail par baisse de vigilance et de dextérité ou de concentration.

Chapitre III :
Prévention des risques liés à
l'exposition au bruit

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

III.1 Introduction

L'apparition de nouvelles technologies et de nouveaux modes d'organisation du travail ont imposé de revoir les méthodes et les moyens à mettre en œuvre pour promouvoir une nouvelle conception de la santé au travail, ainsi qu'une politique adaptée au contexte actuel.

La réglementation devient de plus en plus exigeante vis-à-vis de la santé et sécurité et l'amélioration des conditions de travail.

L'approche préventive considère le facteur humain comme une ressource à promouvoir, et la prévention comme un investissement pour l'amélioration des conditions de travail et la protection des travailleurs.

Face à des tels enjeux, il apparait que la prévention est une réponse à la survenue d'événements ayant :

- d'une part, des conséquences humaines et sociales (atteinte à l'intégrité physique et mentale
- d'autre part, des conséquences économiques ; importance des coûts directs et des coûts indirects.

Les niveaux sonores dangereux sont très faciles à repérer et, dans la grande majorité des cas, il est technologiquement possible de lutter contre le bruit excessif en appliquant les techniques de prévention disponible, en modifiant la conception de l'équipement ou des procédés ou en transformant a posteriori des machines bruyantes.

III.2 Prévention collective

Parmi les 9 principes de prévention «favoriser la protection collective sur la protection individuelle » a partir de la les entreprises doivent placer les mesures de protection collective pour réduire les nuisances sonores et l'exposition des salariés aux machines bruyante.

III.2.1 Réduction du bruit a la source

c'est-à-dire agir sur l'équipement qui est source de bruit.

A fin de réaliser cela, il est primordial de :

- Remplacer les sous équipement bruyantes par d'autres silencieuses ou moins bruyante, par exemple l'utilisation des lames en caoutchouc pour freiner la chute d'objets, réduit fortement le bruit du choc **fig 22**.



Avant

Après

Figure 22 - *Lame en caoutchouc.*

- Acheter des équipements moins bruyants (privilégier les transmissions à courroie, les outils électriques par rapport aux outils pneumatiques, les lames de scie moins bruyantes, les soufflettes silencieuses **fig23**, compresseur à vis, compresseur insonorisé).



Figure 23 - *Soufflettes silencieuses.*

- Placer des matériaux anti vibration pour réduire l'émission sonore due aux vibrations internes.
- Utiliser des dispositifs spécifiques tels que les silencieux d'échappement ou d'écoulement **fig 24**.

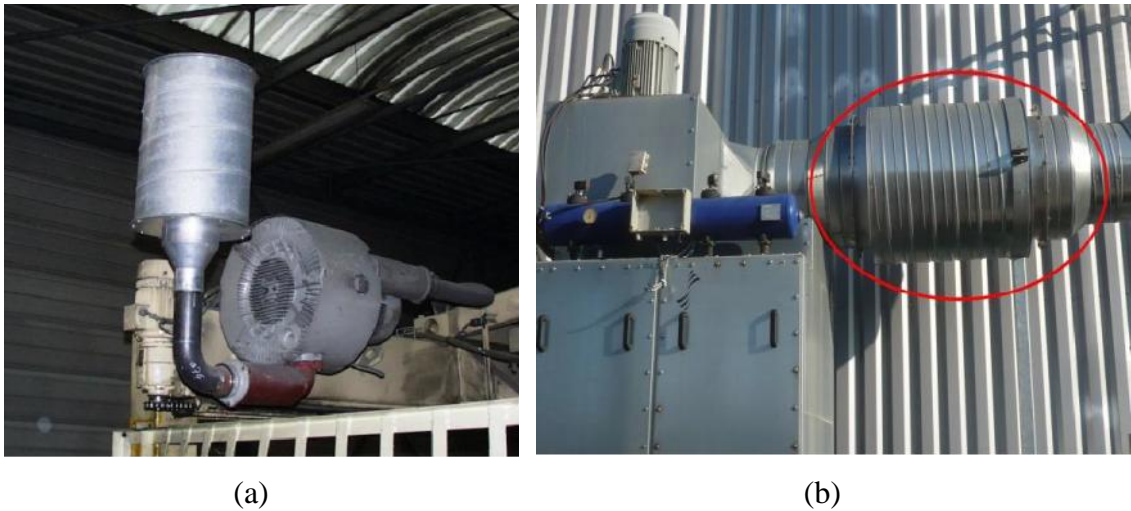


Figure 24 -(a) Silencieux d'échappement -(b) Silencieux d'écoulement.

- Assurer la maintenance régulière des machines vibrantes.

III.2.2 Traitement du site avant la conception

Prendre en considération les nuisances sonores dès la conception du site, notamment en cas de création de nouveaux locaux ou de réaménagements, mettre en place des actions qui peuvent porter sur l'organisation du travail, sur l'aménagement d'atelier, sur le choix de procédés ou d'équipements moins bruyants par exemple.

III.2.3 Agir sur la propagation du bruit

Pour réduire l'exposition des travailleurs au risque du bruit, il existe plusieurs solutions permettant de limiter la propagation du bruit dans le local de travail selon trois niveaux :

L'organisation de travail : caractérisée par la mise en place de nouveaux modes de travail, l'alternance au travail sur les zones bruyantes, et le maintien du matériel en bon état.

Les équipements de travail : l'emplacement des machines et la manière dont elles sont installées peuvent contribuer à une réduction du bruit pour les travailleurs.

Le lieu de travail : insonoriser les enceintes de travail pour éviter la réverbération et la propagation du bruit [utilisation de matériaux et de revêtements spécifiques pour le sol, les murs, utilisation de baffles acoustiques au plafond par exemple]. Les niveaux d'exposition des travailleurs au bruit peuvent donc être significativement diminués .

D'autres solutions ont été proposées par Perrot et Clabaut pour réussir la prévention collective :

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

Eloignement des travailleurs des zones plus bruyantes pendant un temps de la journée ou faire tourner les travailleurs entre des postes bruyants et non bruyants ou déplacer tout simplement les équipements bruyants (**fig25**).



Figure 25 – Réduction de bruit par éloignement

Cloisonnement : qui consiste à mettre en place une paroi hermétique permettant de séparer les travailleurs à l'ensemble des sources de bruit **fig 26**.



Figure 26 - Local avant et après l'installation d'une paroi hermétique.

Encoffrement des machines : qui consiste à placer la machine bruyante dans une boîte présentant un isolement phonique élevé. Cette méthode est efficace si la machine est automatique ou nécessite peu d'interventions manuelles, et si l'encoffrement fait l'objet d'un entretien minutieux. Un joint de panneaux ou de porte défectueux peut diminuer fortement l'efficacité de cet encoffrement **fig 27**.



a



B

Figure 27 - (a) Poinçonneuse - (b) Tonneau d'ébavurage

Écran acoustique : La réduction du niveau sonore apportée par l'écran à quelques mètres derrière lui n'excède jamais quelques décibels et n'atteint son maximum d'efficacité que si le local a été préalablement rendu absorbant par un traitement acoustique de ses parois. Les boxes formés par trois écrans permettent d'isoler les postes de travail bruyants surtout s'ils sont associés à un traitement acoustique du plafond (**fig28**).



(a)



(b)

Figure 28 - (a) Ecrans fixe de bureau - (b) Ecran mobile

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

Cabines insonorisées Ces cabines permettent d'isoler un ou plusieurs salariés du reste dans un atelier bruyant. Elles comportent souvent un poste de commande et des vitrages permettant aux opérateurs de surveiller le processus de fabrication **fig29**. L'enceinte de travail est donc un espace à ne surtout pas négliger dans l'évaluation des risques et la mise en place de mesures de réduction des bruits.



Vue intérieur



Vue extérieur

Figure 29 - Cabines insonorisées.

III.2.4 Évaluation des risques

L'évaluation des risques constitue le point de départ de la démarche de prévention, elle permettra à l'employeur de définir les mesures nécessaires pour garantir la protection de son personnel.

Les résultats de l'évaluation des risques doivent être transcrits dans le document unique.

Au-delà du strict respect de l'obligation réglementaire, ce document doit permettre à l'employeur d'élaborer un plan d'action définissant les mesures de prévention appropriées aux risques identifiés.

Le processus d'évaluation des risques permet d'identifier les postes de travail les plus exposés et les équipements qui sont les principales sources en cause. La recherche de solutions se décline alors tout au long du chemin de propagation du bruit entre un équipement (la source) et la réception (le salarié).

Dans le domaine acoustique, l'évaluation des risques peut commencer par une estimation du niveau sonore. S'il faut élever la voix pour communiquer avec un collègue situé à 1 mètre, c'est qu'il est élevé. À 2 mètres de distance, s'il faut crier, c'est qu'il est d'au moins 85 dB(A). On peut aussi se pencher sur des éléments de référence, comme les notices des machines et des outils bruyants. Ensuite, il faut passer au mesurage.

Le succès d'une action de réduction du bruit dépend pour une large part de la pertinence de l'analyse des situations de travail réelles des opérateurs exposés.

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

III.2.5 Montage « antivibratile »

Le montage « antivibratile » des machines a pour objet de limiter la transmission des vibrations à d'autres éléments de structure voisins.

Il vient en complément des efforts effectués pour réduire le bruit intrinsèquement émis par les machines. Les dispositifs « antivibratiles » s'intercalent entre le sol et la machine (ou son socle, massif lourd et rigide, sur lequel elle est fixée si nécessaire).

Ce type de montage doit être systématiquement envisagé.

L'adéquation aux machines des dispositifs « antivibratiles », applicables également au capotage, est d'une importance déterminante pour obtenir les résultats attendus et garantir le fonctionnement optimal de l'ensemble. Leur détermination par le calcul et leur choix, en type, en nombre et en position, sont du domaine des bureaux d'étude technique (BET) qualifiés en la matière.

III.2.6 Capotage de la source de bruit

Lorsque le niveau sonore d'exposition reste élevé pour l'opérateur travaillant sur une machine particulière, il est conseillé d'envisager le capotage intégral de la machine en respectant les impératifs d'accès et de fonctionnement de celle-ci. Cette solution, quand elle est possible, permet souvent un affaiblissement important, pouvant dépasser 20 dB(A), à condition toutefois que les règles de base suivantes soient respectées : parois homogènes de masse et d'amortissement suffisants, découplage élastique du capotage par rapport à la machine, étanchéité au bruit des composants du capot et réduction des points faibles sur le plan de l'acoustique (notamment aux orifices d'alimentation et de sortie des matériaux de la machine). L'accès aux organes principaux de la machine, notamment pour son entretien, l'accès aux organes de contrôle et de commande, l'élimination des déchets et la dissipation de la chaleur constituent généralement les difficultés majeures du problème. Le maintien de la garantie de bon fonctionnement de la machine tient à l'accord formel de capoter délivré par le fabricant de la machine.

III.2.7 Traitement acoustique des locaux

Il consiste à revêtir le plafond et éventuellement les murs de matériaux absorbants, afin de réduire au niveau le plus bas la réverbération sonore du lieu de travail. En effet, ce niveau réverbéré contribue à l'augmentation du niveau de pression acoustique d'exposition déterminé principalement par l'incidence sonore directe de chaque source. Le traitement acoustique de

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

ces locaux doit être tel que la décroissance du niveau sonore par doublement de distance à la source soit conforme à des critères spécifiques dépendants de l'aire de la surface des locaux. Ces critères sont différents selon qu'il s'agit de locaux où les machines et appareils de production sont installés, ou de locaux vides. Ces critères ne sont pas appliqués s'ils sont antinomiques aux règles d'hygiène particulière relatives à certains locaux qui nécessitent notamment un lavage régulier des parois.

Le choix des matériaux absorbants et de leur emplacement dans l'atelier est très important. Leur détermination doit être confiée à un architecte industriel ou à un BET compétent et qualifié. Le surcoût qui résulte de la fourniture et de la pose demeure généralement assez faible en regard du coût global de la construction des locaux.

Les plafonds avec baffles peuvent être utiles pour réaliser cette opération **fig 30**.



Figure 30 - *Plafond de local industriel avec baffles.*

III.2.8 Implantation ou réimplantation de machines

En premier lieu, une étude d'acoustique prévisionnelle est réalisée.

Les machines sont espacées le plus possible afin de diminuer la densité de foisonnement des sources sonores. Les machines les plus bruyantes sont isolées de celles qui le sont le moins, chaque fois que cela est possible en les rassemblant dans un même espace, en les implantant loin des surfaces réfléchissantes, en les capotant ou en les masquant éventuellement par des écrans acoustiques.

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

III.2.9 Acoustique prévisionnelle

L'acoustique prévisionnelle permet de prévoir les niveaux sonores aux postes de travail en dressant des cartes de bruit par simulation sur ordinateur de la propagation du son avant même l'existence de l'atelier ou avant son réaménagement. Elle permet ainsi d'adopter les solutions techniques optimales. La méthodologie prévisionnelle et les outils de calcul associés sont aujourd'hui couramment utilisés par les bureaux d'études spécialisés et qualifiés en matière d'acoustique.

III.2.10 Limites d'efficacité des actions collectives possibles

Le moyen le plus efficace pour lutter contre le bruit est de le réduire à la source lorsque cela est possible en agissant sur la machine elle-même. Toutefois, les constructeurs de machines et d'outils en grandes séries sont encore peu sensibilisés à ce problème.

Des solutions existent pour des coûts peu élevés si l'on considère leur rendement et leur pérennité (cas des couteaux hélicoïdaux pour raboteuses et dégauchisseuses par exemple).

D'autres sont à l'étude, comme l'utilisation de lames de scie « sandwich », étude portant sur leur tenue mécanique en charge, leur tenue à l'échauffement et aux vibrations.

Les acheteurs et utilisateurs de machines ont un rôle déterminant à jouer pour inciter les concepteurs et les constructeurs de machines à cet effort de prévention en incluant les niveaux sonores d'émission dans leurs critères de choix et en les intégrant de la façon la plus précise possible dans leurs cahiers des charges.

En effet, toutes les autres actions correctives envisagées par la suite ne sont que des palliatifs qui voient leur efficacité limitée aux zones éloignées des sources de bruit.

En ce qui concerne le poste de travail sur machine bruyante, hormis le capotage qui n'est pas toujours possible et qui peut se révéler assez coûteux, les autres actions ne permettent généralement pas de réduire totalement, voire parfois même de manière significative, le niveau du bruit engendré dans l'atelier. Toutefois, lorsque cela est possible, l'isolement du personnel en cabine insonorisée implantée au sein même de l'atelier demeure une solution avantageuse dans la mesure où elle permet de réduire considérablement les durées d'exposition. Des éléments de cloisons modulaires, spécialement conçus à cet effet, existent sur le marché.

III.3 Prévention individuelle

Lorsqu'il s'avère impossible pour des raisons (techniques ou financières) de réduire le niveau d'exposition à un niveau sonore compatible avec la santé des personnes exposées, il est alors nécessaire d'avoir recours aux équipements de protection individuelle adéquats de l'ouïe qui procurent un affaiblissement global de 15 à 30 dB(A) environ, voire plus.

On distingue deux catégories des protecteurs individuels contre le bruit : les protections à coquilles et les bouchons d'oreilles.

III.3.1 Les protections à coquilles

Sont non jetables et constituent un obstacle au niveau du pavillon de l'oreille. Ils sont recommandés pour un port occasionnel ou intermittent car facile à mettre en place et à retirer ; ils veillent à l'état des coussinets, les remplacent lorsqu'ils deviennent durs ou présentent des fissures.

Les casques enveloppants : recouvrent une bonne partie de la tête et comportent des coquilles qui viennent s'appliquer sur l'ensemble des oreilles (**fig31**).



Figure 31 - *Les casques enveloppants.*

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

Les casques serre-tête :

Ils sont également composés de coquilles et d'oreilles qui viennent s'appliquer sur l'ensemble des oreilles. Les deux coquilles sont reliées entre elles par un passant au-dessus de la tête qui a pour but un bon maintien sur la tête du travailleur. La protection est bonne et efficace pour toutes les fréquences. L'oreille n'est pas bouchée et le confort est meilleur. Ils permettent également de protéger le travailleur contre d'éventuelles projections solides pendant les opérations (**fig32**).



Figure 32 - *Les casques serre-tête.*

Les serre-têtes montés sur casques :

Ils sont composés de serre-tête classique et d'un casque de sécurité. Ce type de protection a une double utilité : protection contre les chutes d'objets et protection contre les bruits. Ils permettent également d'enlever les protections auditives temporairement (dans une zone non bruyante) tout en conservant le casque de sécurité (**fig 33**).



Figure 33 - *Les serre-têtes montés sur casque.*

Les casques serre-nuque :

Sont identiques aux casques serre-têtes, sauf que le passant de maintien se trouve derrière la nuque (**fig 34**).



Figure 34 - *Les casques serre-nuque.*

III.3.2 Les bouchons d'oreilles

Les bouchons d'oreilles constituent un dispositif que l'on insère dans le conduit auditif dans le but de protéger le travailleur, des effets dangereux du bruit sur sa santé. Plusieurs types de bouchons d'oreilles existent :

- **Les bouchons d'oreilles moulés individualisés :**

L'utilisateur se fait faire ses propres bouchons d'oreille sur mesure. Ils sont fabriqués en matière plastique moulée, en résine acrylique ou en résine silicone (**fig 35**). Ils sont réutilisables et peuvent coûter relativement cher. Ils font partie des bouchons d'oreilles les plus efficaces

On distingue :



Figure 35 - *Les bouchons d'oreilles moulés individualisés.*

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

- **Les bouchons d'oreilles pré-moulés :**

-Ils ont déjà une forme prédéterminée à l'avance et s'introduisent dans le conduit auditif sans façonnage.

-Ils sont fabriqués en matériaux composites (résines, silicone, caoutchouc, matières souples, ...) **fig36**.

-Ils sont utilisés pour des expositions intermittentes ou occasionnelles. Certains modèles sont reliés entre eux par un cordon ou un arceau



Figure 36 - *Les bouchons d'oreilles pré-moulés.*

- **Les bouchons d'oreilles reliés par une bande :**

Ce sont des bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur ou moulés directement. Les deux bouchons sont reliés par une bande élastique pour un meilleur maintien sont soit insérés directement dans le conduit auditif ou alors déposés juste à l'entrée de l'oreille **fig 37**.



Figure 37 - *Les bouchons d'oreilles reliés par une bande.*

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

- **Les bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur :**

Sont fabriqués en matériaux susceptibles d'être comprimés ou modelés au préalable. L'utilisateur doit les chauffer et les mouler comme il le désire avant de les insérer dans le conduit auditif (**fig38**). Une fois dans le conduit auditif, le matériau utilisé a tendance à vouloir reprendre sa forme initiale (expansion des mousses par exemple). Cela va créer une certaine étanchéité au niveau du conduit auditif. Ils sont jetables en général, mais peuvent être réutilisés



Figure 38 - Les bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur.

III.3.3 L'information et la formation des salariés

Dans le cadre général de la sécurité, l'employeur doit former et informer les salariés sur les risques qu'ils encourent. Si l'évaluation des risques fait apparaître que les travailleurs sont exposés à un niveau sonore égal ou supérieur aux valeurs d'exposition inférieures, 80 dB(A) sur leur lieu de travail, l'employeur doit veiller à ce que ces travailleurs reçoivent des informations et des formations en rapport avec les résultats de l'évaluation des risques et avec le concours du service de santé au travail.

➤ La Formation

Les formations sont réalisées à l'aide du service de santé au travail (SST) et comportent :

- ✓ La nature du risque ;
- ✓ Les mesures de prévention et de protection mises en place ;
- ✓ Les valeurs seuils réglementaires à ne pas dépasser ;

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

- ✓ Les résultats des évaluations des risques liés au bruit et des mesurages ;
- ✓ Les équipements de protections individuels à disposition et leur utilisation correcte ;
- ✓ La surveillance médicale spécifique et la façon de dépister des symptômes d'altération de l'ouïe ;
- ✓ Les dangers de l'exposition au bruit
- ✓ Les pratiques professionnelles sûres afin de réduire au minimum l'exposition au bruit.
- ✓ Le médecin du travail peut se joindre au SST lors des formations et des campagnes d'informations pour sensibiliser le personnel aux risques physiques d'une exposition prolongée au bruit.

➤ **L'Information**

Dans le cas d'une indispensable protection individuelle, il faut consulter le médecin du travail, et informer le personnel sur les risques liés au bruit. La consultation porte sur les moyens à mettre en œuvre et les conditions d'utilisation.

L'employeur doit veiller à la constante mise à disposition des protecteurs individuels et au port de ceux-ci par les personnes exposées au bruit.

Toutefois, il demeure conseillé dans tous les cas où les niveaux instantanés d'exposition atteignent et dépassent habituellement 85 dB(A) ou 135 dB de signaler et d'afficher des symboles normalisés d'obligation ou d'interdiction (**fig39**) ; cela permet d'informer tous les salariés et de rappeler la nécessité du port des protections



Figure 39 - Signalisation normalisée d'avertissement d'obligation et d'interdiction.

III.3.4 La surveillance médicale renforcée

Le médecin du travail exerce une surveillance médicale renforcée pour les travailleurs exposés à des niveaux de bruit supérieurs aux valeurs d'exposition limites. Cette surveillance a pour objectif la préservation de la fonction auditive le diagnostic précoce de toute perte auditive due au bruit.

Le rôle du médecin du travail est primordial dans la prévention de la SP. Cette prévention peut se décliner en trois niveaux : Primaire, Secondaire et Tertiaire.

Chapitre III : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit

Le problème du bruit au travail doit être pris en compte le plus en amont possible dès la conception des locaux. La réduction des risques liés au bruit passe tout d'abord par des solutions de prévention collective

Enfin, les équipements de protection individuelle ne doivent être envisagés qu'en dernier ressort, quand tous les efforts destinés à éliminer ou réduire la source de bruit ont été épuisés et qu'ils n'ont pas permis de réduire suffisamment les expositions.

Partie pratique

Chapitre I :
Présentation de l'entreprise
TAYAL SPA

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise TAYAL SPA

I.1 Données générales

Dénomination : L'Algérienne des Industries Textiles-TAYAL

Forme juridique : Société par actions-SPA

Capital Social : 23 000 000 000,00 DA

Date de création : Novembre 2013

Capacité de production : 30 millions articles / an

Siège Social : Zone Industrielle Sidi Khettab-48029 - Relizane, Algérie

Téléphone : (+) 213 46 802 904

Site Web: <http://www.tayal.dz>

E-mail : info@tayal.dz

I.2 Identification de la société

L'Algérienne des Industries Textiles **TAYAL, S.P.A** est une joint-venture établie en Algérie depuis Novembre 2013, fondée par les entreprises **Groupe C&H, E.P.E TEXALG, et MADAR Holding** (51%), avec **INTERTAY** (49%), une entreprise du groupe turc spécialisé dans le textile **TAY GROUP**. [1]

Le projet s'étale sur une superficie de 2, 500,000 m² pour sa première phase, dont une partie de 1, 000,000 m² est déjà réalisée et fonctionnelle, sur laquelle une superficie de plus de 330,000 m² est couverte sous forme de 30 unités.



Figure 40 - Siège social de TAYAL SPA SIDI KHETAB RELIZANE.

I.3 Vision de TAYAL SPA

La particularité de TAYAL est dans le fait qu'elle soit parmi les rares complexes intégrés dans le monde, allant du fil jusqu'au prêt-à-porter en passant par toutes les étapes de transformations de la fibre de coton, et consommant une quantité considérable estimée à 40,000 tonnes annuellement, en pleine capacité.

Les partenaires fondateurs ont un cumul de plus de 40 ans d'expérience dans l'industrie textile, et plusieurs grandes marques comme clients nationaux et internationaux. Le groupe TAY produit plus de 25,000,000 de pièces de prêt-à-porter dans ses usines en Turquie, en Egypte et en Serbie. TAYAL a un potentiel de production de 30, 000,000 pièces de prêt-à-porter annuellement, par lequel elle dépassera tout le groupe.

L'Algérienne des Industries Textiles a été fondée avec la vision de positionner l'Algérie, en collaboration avec ses partenaires, comme un pays producteur et exportateur du textile de haute qualité, et de faire du « Made in Algeria », une référence de qualité mondiale.

La société TAYAL est chargée de la réalisation du pôle industriel des textiles de Relizane. Le projet porte sur la réalisation, en deux phases, d'un pôle industriel des textiles implanté sur une superficie globale de 200 Ha, au niveau de la zone industrielle de Sidi Khettab – Wilaya de Relizane :

Première phase 2015 – 2018 : réalisation sur une superficie de 100 Ha, dans un délai de 36 mois, de huit (08) usines de production intégrées, d'une centrale d'énergie tri-génération de 35 MW, d'une station d'épuration des eaux usées d'une capacité de 10.000 m³/jour, d'un centre de formation et d'application et d'une cité d'hébergement.

Deuxième phase : réalisation de 10 usines de production (fibres synthétiques, linge de maison, tissus techniques, non-tissés...).

A l'issue de sa réalisation, le pôle industriel de Relizane emploiera 25 000 agents (10 000 agents pour la première phase et 15 000 agents pour la seconde).

I.4 Produits

L'Algérienne des Industries Textiles, comme l'indique son nom, se spécialise dans la transformation de la fibre de coton en trois catégories de produits essentielles : le fil, le tissu, et l'habillement.

Le Fil

• Base de coton

- Consommation de 40,000 t / an
- Certifié Better Cotton Initiative
- Origine : Grèce, Espagne, Etats Unis, ... etc.

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise TAYAL SPA

- Certifié OEKO-TEX® 100

• **Capacité de production** : 36,000 t / an

• **Types de FIL**

- Ring Cardé-Peigné

- Compact-Open End

- Fil Rotors

• **Base de FIL**

- Coton

- Poly/Coton

- Coton/Viscose

- Coton/Linen

- Coton/Tencel

- Fil d'âme/Fil d'âme flammé

- Duel core

- Fil flammé

- Fil teint

• **Technologie**

- Sans Contamination

- Jossi en blowroom

- Uster Quantum 3 en bobine

Le Tissu

• **Capacité de production**

- Tissu tissé : 54 Millions mt/an, (456 métiers Picanol-Optimax-I)

- Tissu tricoté : 5,500 t/an - (48 machines Mayer)

• **Denim**

- 36 millions mt/an

- 255 gr/m² - 500 gr/m

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise TAYAL SPA

- 100% coton, poly/coton, coton/viscose, coton/linen, coton/tencel
- Tissu denim teint au sulfure, à l'indigo, teinture réactive, indanthren et tissu surteint
- Jusqu'à 90% d'élasticité
- 2 Machines Karl Mayer pour teinture de corde
- Largeur jusqu'à 200 cm en tissu rigide
- Largeur jusqu'à 170 cm en tissu élastique

• **Gabardine et tissu de chemises**

- 18 Millions ml/an
- Teinture au sulfure, disperse pour polycoton, teinture réactive, teinture indanthren
- Tissu à base de fil teint
- 100 gr/m² - 500 gr/m²

• **Technologie**

- 5,500 t/an - Ainsi que le tissu avec élasthanne
- 48 machines Mayer
- Single jersey, interlock, ribana, 2 fils, 3 fils, jacquard, piqué

Le Prêt-à-porter

• **Capacité de Production : 30 millions pièces/an**

• **Vêtements Denim & Non-Denim**

- 12 Millions/an
- Shorts
- Pantalons
- Bermuda
- Vestes
- Pantacourts
- Toile
- Tenues de travail

• **Tricot**

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise TAYAL SPA

- 12 Millions/an

- T-shirts

- Polo

- Sweatshirt

- Sous-vêtements

- Jogging

- **Chemises**

- 6 Millions/an

- Tabliers scolaires

- Tabliers de travail

- Manches courtes

- Tenues traditionnelles

- Manches longues

I.5 Organigramme de TAYAL SPA

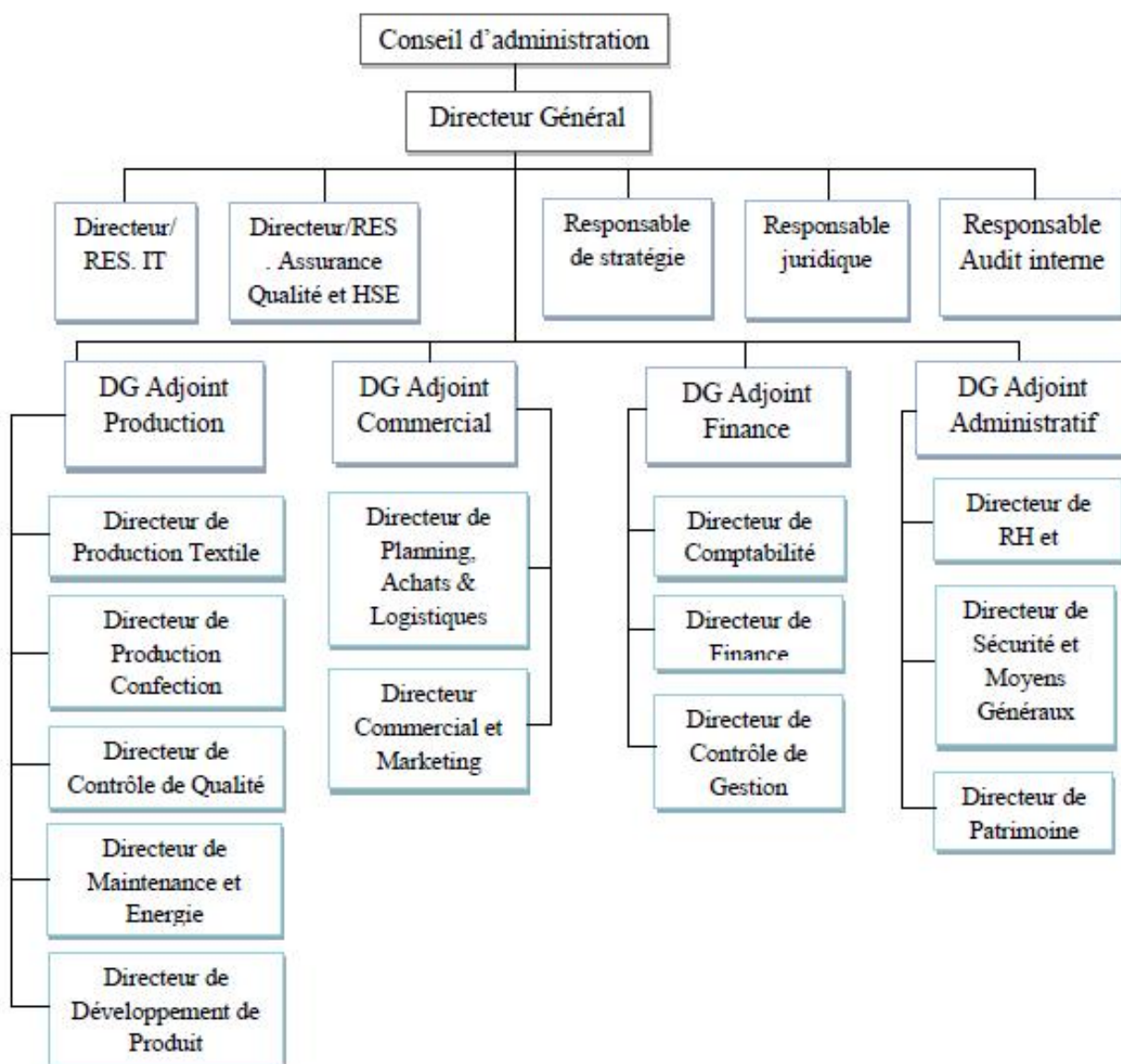


Figure 41 - Organigramme : L'Algérienne des Industries Textiles / TAYAL, S.P.A.

I.6 Les ressources

I.6.1 Ressources humaines

L'Algérienne des Industries Textiles a pour but de développer l'emploi et l'employabilité locale et régionale, et a franchi en ce moment le nombre de 2000 employés. A l'achèvement de la première phase, TAYAL comptera plus de 10 000 employés dans ses unités. Ce potentiel humain servira comme une force importante mettant l'entreprise dans une position importante comme pôle économique national.

Le graphique suivant représente l'évolution du nombre de travailleurs de décembre 2017 à mai 2020.

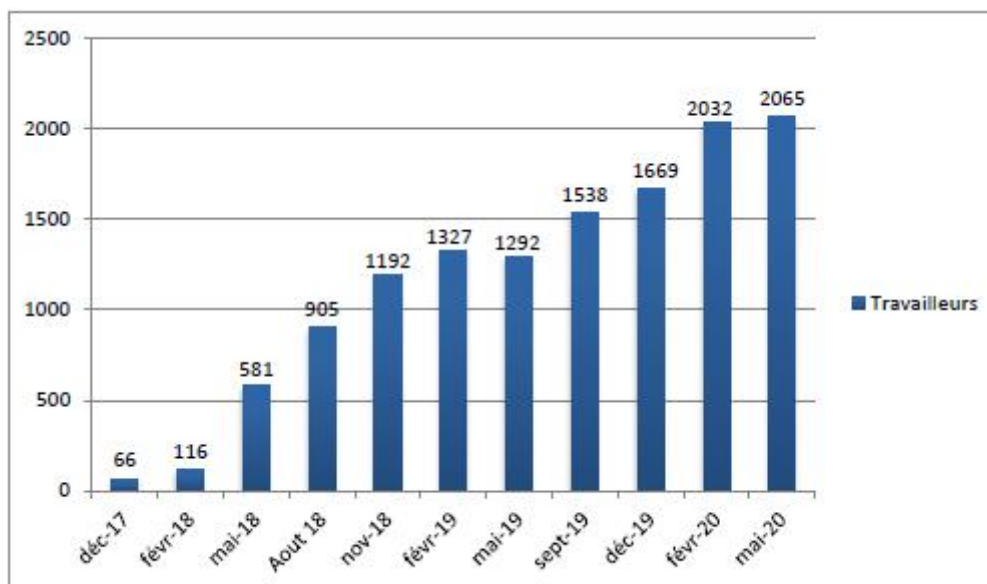


Figure 42 -Evolution des effectifs de TAYAL entre Décembre2017 et Mai 2020.

I.6.2 Centres de Formation et d'Application

TAYAL a pour objectif de contribuer au développement professionnel et évaluation du savoir-faire en textile d'une nouvelle génération dans le pays.

TAYAL forme toutes ses nouvelles recrues en théorie et en pratique pour toutes les disciplines avec une capacité de 150-200 personnes/mois. Le centre d'application comprend actuellement ~500 personnes en cours de formation pratique.

I.6.3 Ressources matérielles

TAYAL utilise une grande variété de machines spécialisées pour obtenir un produit fini, allant des machines industrielles massives et lourdes aux petites machines à coudre grand public, dans les images suivantes, certaines de ces machines telles que les machines à blanchir / teinture, les cardes, les machines à filer ... etc.



Figure 43 -*Quelques machines de TAYAL SPA.*

I.7 Les clients de TAYAL SPA

TAYAL a différents clients à l'échelle mondiale et nationale, en effet sa vision est d'acquérir des clients des plus grands noms du secteur textile tels que ZARA, DECATHLON, LEVI'S, H&M ... etc.

On voit bien le succès qu'il a obtenu en observant les exportations qu'il a réalisées au cours des années 2018 et 2019, peu après sa mise en service.

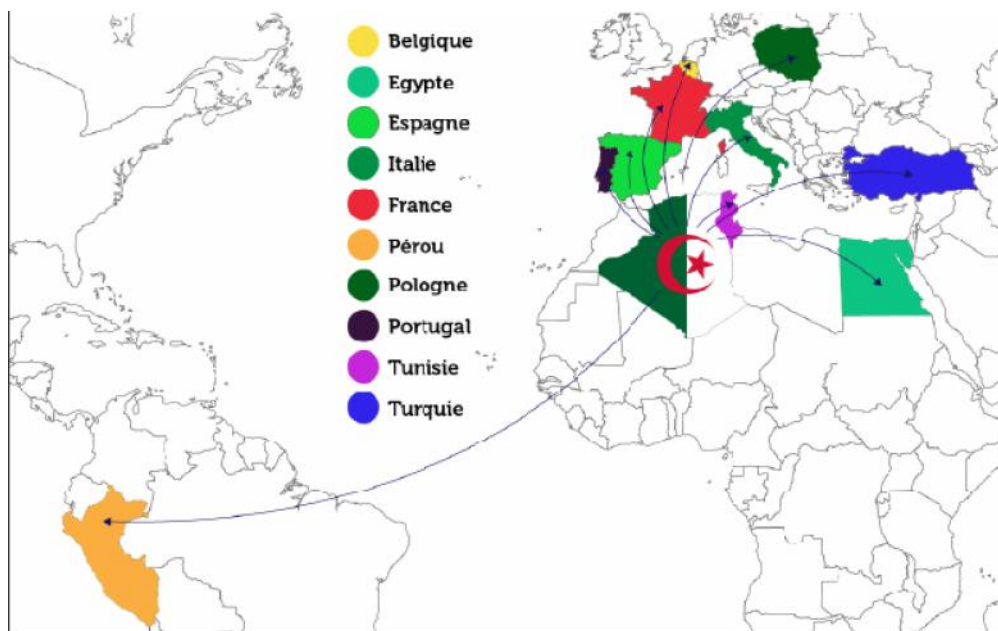


Figure 44 -*Exportations 2018/2019.*

I.8 Politique QHSE de TAYAL SPA

L'Algérienne des industries textiles TAYAL SPA est conscient, au-delà du strict respect des dispositions légales et réglementaires, que pour sa performance économique un, haut degré de responsabilité et de performance dans le domaine de santé, de sécurité, d'environnement et des conditions de travail fait et doit faire partie intégrante de sa politique.

Cette politique s'articule sur les principes suivants :

- La santé, sécurité et le respect de l'environnement sont des prés requis essentiels à toutes nos activités dont chacun assume pleinement ses responsabilités.

- Cette politique est appliquée tous les jours dans nos décisions et reflète entièrement notre attitude et notre comportement éthique.

TAYAL SPA fait de la satisfaction de ses parties prenantes internes et externes sa préoccupation centrale, à cet effet elle s'engage à :

- Veiller à se conformer à la législation et la réglementation en matière d'environnement, de santé et sécurité au travail et améliorer en permanence ses performances.

- Identifier, évaluer les risques liés à nos activités et mettre en place les moyens de protections collectives et individuelles.

- Réduire à des niveaux tolérables et prévenir la pollution, les maladies professionnelles et les accidents de travail.

- Sensibiliser et responsabiliser l'ensemble du personnel sur l'application et le respect des règles HSE.

- Veiller à la rationalisation de la consommation des énergies et des ressources naturelles.

- Assurer la gestion et l'élimination des déchets générés par l'application du principe des bonnes pratiques, à savoir : réduire, réutiliser, recycler.

- S'investir dans la formation de son personnel et de ses collaborateurs en termes d'hygiène, sécurité et environnement.

Remarque :

Inclus également dans la politique QHSE les engagements et objectifs cités par le DG de l'entreprise, ils sont les suivants :

Pour ma part, je m'engage à :

- Mettre à disposition les moyens nécessaires pour promouvoir la culture HSE et le développement durable.

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise TAYAL SPA

- Me conformer aux exigences des normes ISO 14001 V 2015, 45001 V 2018.
- Améliorer continuellement l'efficacité de notre système de management QHSE et le revoir régulièrement pour s'assurer qu'il demeure pertinent, adéquat et efficace.

I.9 Plan du Pôle



Figure 45 - Plan du pôle TAYAL.

Bloc 02 : Entrepôt de coton	Bloc 08 et 09 : Unités de tissage	Bloc 21, 22 et 23 : Usines de confection
Bloc 03 et 04 : Usines de filature	Bloc 10 : Cuisine et réfectoire	Bloc 16 : Bâtiments administratifs
Bloc 05 : Indigo et préparation de chaîne	Bloc 11 : Unité de teinture et finissage	Bloc 27 : Centre d'application confection

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise TAYAL SPA

Bloc 06 : Usine de bonneterie	Bloc 12 : Unité d'épuration des eaux usées	Bloc 28 : Centre de formation
Bloc 07 : Unités de tri-génération	Bloc 25 : Logements	Bloc 29 : Vestiaires, sanitaires, infirmerie, mosquée

Chapitre II :
Etude acoustique au sein de
l'entreprise TAYAL SPA

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

II.1 Introduction

Dans le cadre d'une étude de pollution sonores au sein de l'entreprise **Tayal spa** notre stage et notre étude visent à identifier les zones de travail dangereuses où les travailleurs sont exposés à des niveaux sonores élevés et dépassent le seuil recommandé par la loi algérienne, et cela en mesurant les niveaux sonores émis par toutes les machines bruyantes pour réaliser des statistiques précises et des interprétations dans le but de proposer des solutions et des recommandations afin d'améliorer les conditions de travail et de préserver la santé des travailleurs.

II.2 Méthodologie et matériel de mesures

II.2.1 Sonomètres



Figure 46- *sonomètre professionnel*

Description

Ce sonomètre professionnel conçu pour les mesures en extérieur, dans les aéroports, les chantiers de construction, ou la construction de route.

Mesure de l'intensité sonore dans tout environnement acoustique : bruyant ou feutré ; aigu, grave ou bande-large ; intermittent ou continu.

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

Caractéristiques générales

- Pour des mesures rapides du niveau de bruit
- Norme IEC 651 Type 2

Caractéristiques techniques

- Plage de mesure/basse fréquence (Lo) : 35 – 100 dB
- Plage de mesure/haute fréquence (Hi) : 65 – 130 dB
- Filtre d'évaluation A,C : Lo 35 – 100 dB
- Fonction Max-HOLD : Hi 65 – 130 dB
- Fonction Data-HOLD : oui
- Sorties analogues AC/DC à un analyseur : oui
- Norme IEC 651 Type 2 : oui
- Contrôle de calage : oui
- Précision (à 94 dB) : oui
- Température de travail : 0 °C – +40 °C
- Humidité ambiante de travail : < 80% RH

II.2.2 Méthodologies

- Identification des zones de bruits
- Mesure des niveaux sonores générés par les unités bruyantes.
- Présenté les résultats dans un tableau et un histogramme.
- Interprétation des résultats.
- Proposer des solutions et recommandations

II.3 Identification des zones de bruits

Avant de lancer les mesures de bruits il est préférable d'identifier les zones les plus bruyantes où les travailleurs sont exposés à des niveaux sonores élevés.

Ce qui nous intéresse le plus c'est les zones de production ou les niveaux sonores sont au dessus de la moyennes, notre étude ne se concentre pas sur les zones de stockages et les zones de bâtiments administratifs.

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

Pour réaliser ceci on a suivis les étapes suivantes

- Assister à une séance d'induction sur le site de tayal spa
- Faire une visite générale du site et de toutes les unités
- Intervenir les ingénieurs HSE pour nous guider
- Réaliser un petit questionnaire pour les travailleurs

Après l'exécution des étapes précédentes on a pu identifier les unités bruyantes, les autres unités présentes des niveaux sonores moyennes.

Les unités les plus bruyantes

- **Unité 7:** L'unité de tri-génération : c'est l'unité de la production d'électricité a partir du gaz naturel par moteurs à gaz naturel.
- **Unité 6 :** Unité de tricotages
- **Unité 8 :** Unité de tissages

Les machines les plus bruyantes

- **Générateur à gaz :** Celui-ci produit de l'électricité. Ce faisant, il génère de la chaleur dans les cylindres, dans l'huile lubrifiante et dans les gaz d'échappement. Celle-ci, dans un système de cogénération, n'est pas dispersée dans l'environnement, mais récupérée et convertie en énergie thermique à travers des échangeurs de chaleur. Ainsi, un système de cogénération permet de créer de l'électricité et de la chaleur. Le tout à partir d'une seule source d'énergie dans notre cas, du gaz nature
- **Les chaudières :** Générateurs de vapeur d'eau ou d'eau chaude (parfois d'un autre fluide), servant au chauffage, à la production d'énergie Autrement dit une chaudière est un appareil dont le rôle est de transmettre à un fluide thermique, les calories dégagées par une combustion. Cet apport de chaleur a pour effet soit uniquement de réchauffer le fluide thermique, soit de le réchauffer et le vaporiser.
- **Les pompes :** C'est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide. Leur fonction est d'assurer le débit de liquide souhaité par l'exploitant mais dans des conditions de pression imposées par les procédés et les applications, avec des contraintes particulières à l'installation, l'environnement, la fiabilité, la sûreté, etc...
- **Les compresseurs :** Les compresseurs servent à augmenter la pression d'un fluide et permettent aussi de le transporter dans une canalisation. Les gaz étant compressibles, les

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

compresseurs à gaz réduisent aussi le volume du gaz comprimé et peuvent être utilisés uniquement pour cet usage (par exemple, le remplissage d'une bombonne). Les liquides étant relativement peu compressible, la principale fonction d'une pompe est le transport du liquide.

- **Machines de tricotages** : c'est des machines d'usage industriel, qui exécute mécaniquement le tricotage
- **Machines de tissages** : c'est des machines d'usage industriel, qui exécute mécaniquement le tissage

II.4 Résultat des mesures

II.4.1 Unité 7 : Unité de tri-génération

L'unité 7 est divisé en plusieurs sous unités 7a, 7b, 7c, 7d, 7°

Les résultats de mesure au niveau de cette unité sont regroupés dans le **tableau 5** et la **figure 47**.

Sous unité	Zone	machine	Niveau sonore (Db/a)	Duré quotidienne d'exposition
7 A Station de génération	1	Les chaudières	95	2h
	2	Générateur à gaz	103	
	3	En arrêt	80	
	4	Générateur à gaz	106	
7 B Station de pompage d'eau		Les pompes d'eau	88	1h

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

7 C Station de stockages		Les bâches d'eau	65	/
7E station de compresseur		Les compresseurs	95	/

Tableau 5 – Résultat de mesures des niveaux sonores dans l'unité 7

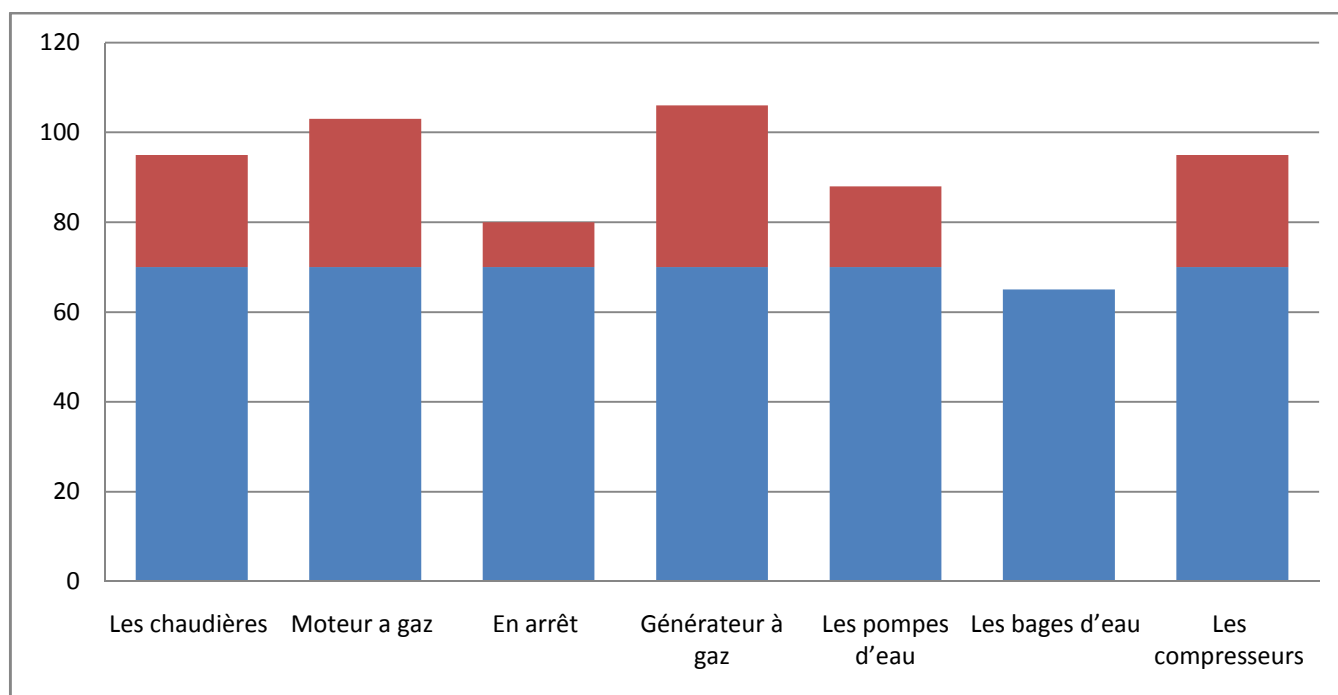


Figure 47 – Niveau de bruit enregistré dans l'unité 7

Discussion des résultats

Dans l'unité 7A

On remarque d'après ces résultats que les zones 1,2 et 4 génèrent un niveau de bruit très élevé qui peut aller à 106 db ce qui est inacceptable et dépasse trop le niveau sonore conseillé par la réglementation algérienne (de 70 à 80 db), dans la zone 1 le bruit est inférieur aux autres zones mais il reste toujours élevé.

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

Les travailleurs ont une très grande probabilité de présenter des effets sanitaires sous formes de fatigue auditive et perturbation de sommeil mais d'après leur déclaration l'exposition ne dépasse pas les 2h par intermittence.

La zone 3 malgré qu'elle est en arrêt mais le niveau sonore à l'intérieur est de 80db c'est du à la génération du bruit des équipements dans les autres zones.

L'unité 7b

Dans cette unité les niveaux sonores sont très élevés mais les travailleurs sont rarement exposés à ces nuisances mais lors des tournées de vérification le port des équipements reste obligatoire.

(Les actions de maintenance sont réalisées lorsque les pompes sont en arrêt).

L'unité 7c

Le niveau sonore dans cette unité est inférieur au seuil recommandé par la loi algérienne.

L'unité 7 e

Les compresseurs génèrent des niveaux sonores très élevés par rapport au niveau recommandé par la loi algérienne mais les travailleurs y sont rarement.

Recommandations

- Le mauvais état d'une installation industrielle est souvent générateur de bruit : présence de jeux, problème de lubrification, dispositifs silencieux défectueux...etc.
Une inspection de la machine bruyante est donc une action utile.
- Une bonne maintenance des équipements bruyants (chaudières, compresseurs, pompes et générateurs) est un auxiliaire à ne pas négliger pour diminuer les niveaux sonores à un niveau acceptable.
- De faite que toutes les machines sont en marche dans une unité ou une zone fermé est un facteur de nuisance sonore important il serait plus utile de réaliser une séparation entre les sous unités de l'unité 7 par des parois ou des murs absorbants.
Il existe différent matériaux permettent de créer un mur anti bruit, le pose des panneaux réfléchissants transparents en polycarbonate est idéal pour réaliser la séparation et nous permet de gagner une atténuation autour de 30db.

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

- La plupart des équipements dans l'unité 7A sont automatique et nécessitent pas une surveillance continuer, une bonne réorganisation du temps de travail est envisageable a fin de diminuer l'exposition des travailleur a ces hauts niveaux sonores.
- Utilisation des bureaux insonorisés pour les travailleurs de l'unité qui ne sont pas concerné par l'exposition.
- Pour agir sur la propagation du bruit dans l'unité et également a l'extérieur de l'unité on peut utiliser les plafonds avec baffles absorbant et la peinture insonorisante constitué en microbilles de verre ou de céramique pour les murs, et les moquettes avec sous-couches caoutchoutées pour le sol.
- Pour atténuer le niveau sonore émis par les pompes et les compresseurs la diminution de la vitesse d'écoulement lorsqu'elle est possible est une action performante.
- Le port de casque anti bruit est obligatoire durant toute la période d'exposition pour assurer la protection des individus concerné.
- Formation et sensibilisation du personnel sur les dangers de l'exposition au bruit.

II.4.2 Unité 6

Unité De Tricotage

Les résultats de mesure obtenue dans l'unité 6 sont regroupés dans le **tableau 6** et **la figure 47**.

Zone	Machine	Niveau sonore (Db/a)	Durée quotidienne d'exposition
1	Machine de tricotage circulaire tubulaire	88	8h
2	Machine de tricotage circulaire dorpus	85	

Tableau 6 – *Résultat de mesures des niveaux sonores dans l'unité 6*

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

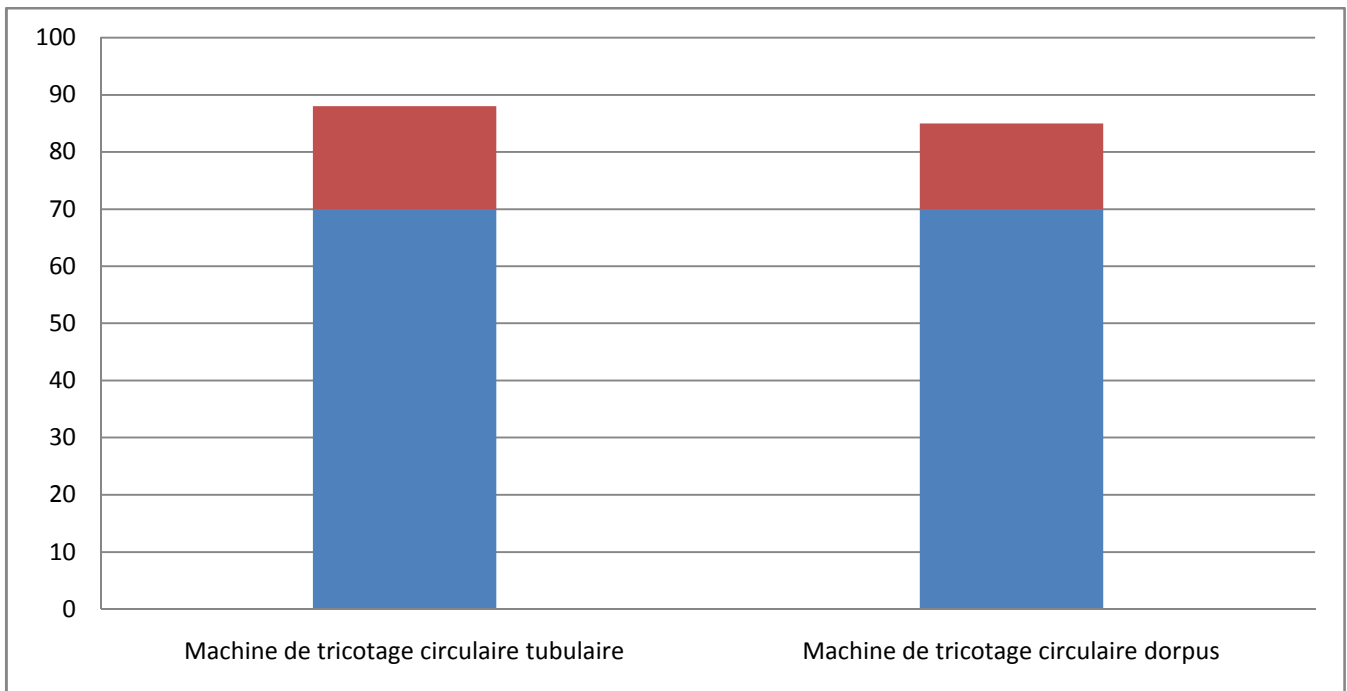


Figure 48 – Niveau de bruit enregistré dans l'unité 6

Discussion des résultats

Ces résultats montrent que les deux zones de l'unité de tricotage présentent des niveaux sonores similaires et supérieurs au seuil recommandé par la loi Algérienne (70db) et contrairement à l'unité 7 dans cette unité les opérateurs sont exposés à ces niveaux sonores 8h par jour avec 1h de pause.

L'exposition à ces niveaux sonores élevés d'une façon permanente met les travailleurs en danger et peut causer des atteintes auditives telles que la nervosité, la fatigue auditive et l'apparition d'autres séquelles sanitaires (stress, atteinte sur le système nerveux).

Recommandations

- Le port de casque anti bruit avec une atténuation minimale de 20dB est le moyen de protection le plus efficace dans cette unité, il est préférable d'utiliser des casques Bluetooth pour profiter d'une protection contre le bruit et une communication vocale entre le personnel.
- La vérification périodique du port de moyen de protection par le personnel de département HSE
- Organisation des séances de formation et de sensibilisation sur les risques liés à l'exposition au bruit.

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

- Dans cette unité l'encoffrement des machines n'est pas recommandé puisque l'opérateur doit rester à côté de la machine.
- Les bureaux à l'intérieur de l'unité doivent être insonorisés pour protéger les personnes qui ne sont pas concernées par la manipulation des machines de tricotage.
- Mettre en place des murs anti bruit entre les zones de production (zone 1 et 2) et le reste de l'unité (dépôt et bureaux).

Les murs en gabions pourraient être utiles, ils ont l'avantage de ne pas nécessiter de lourds travaux de réalisation, mais une pose quand même avec un terrain préparé et un matériel adapté pour bien positionner ces cages, notamment les unes sur les autres, et une efficacité phonique de 60db.

- La pose du faux plafond avec baffle dans les zones 1 et 2 est une action efficace pour l'absorption des niveaux sonores.
- Le bon entretien des machines à tricoter est très important il garantit le bon fonctionnement de la machine et notamment moins de bruit, Le passage et le frottement de divers fils de laine entraînent la formation de poussières et de « moutons » qui s'accumulent dans la machine à tricoter, cela peut empêcher son bon fonctionnement.

Pour préserver la machine, il est donc nécessaire de l'entretenir régulièrement :

- Dépoussiérer après chaque journée de travail la machine à tricoter : passer un pinceau sec sur l'intérieur des chariots et entre toutes les pièces accessibles.
- Graisser régulièrement les chariots avec de l'huile spéciale.
- Graisser également les aiguilles : mettre les auparavant en position de travail et passer l'huile au pinceau sur le talon de chaque aiguille, en passant d'un côté puis de l'autre.
- Nettoyer les parties en plastiques (carte...) avec une éponge propre et de l'eau.
- Utiliser une housse pour couvrir la machine à tricoter en dehors des périodes d'utilisation les poussières accumulées pourraient nuire au bon fonctionnement de la machine.

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

II.4.3 Unité 8

Unité De Tissage

Machine	Niveau sonore (Db/a)	Durée quotidienne d'exposition
Machine de tissage	101	8h

Tableau 7 – Résultat de mesures des niveaux sonores dans l'unité 7

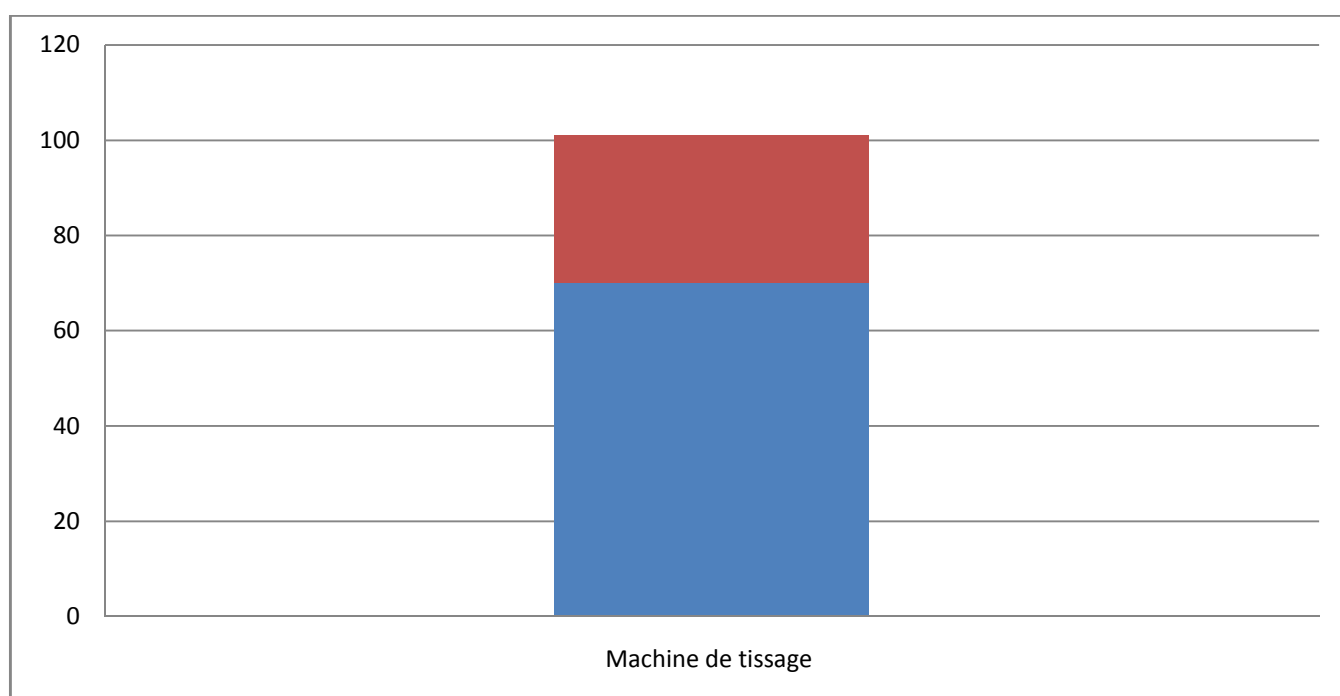


Figure 49 – Niveau de bruit enregistré dans l'unité 7

Chapitre II : Etude acoustique du bruit au sein de l'entreprise TAYAL SPA

Discussion des résultats

Le niveau du bruit auquel les opérateurs sont exposés est très grand et dépasse le seuil recommandé par la loi algérienne dans cette unité prenant en compte que les travailleurs sont exposés à ce niveau sonore en permanence durant 8h par jour.

Ceci présente une menace majeure aux travailleurs qui peuvent présenter des atteintes extra auditives.

D'une autre part les opérateurs dans cette unité ont besoin de rester concentrés et vigilants ce qui est très difficile à la présence du bruit très élevé engendré par ces machines ce qui conduit à un autre facteur de risque puisque la petite erreur peut conduire à un accident de travail.

Recommandations

- Ce qui concerne les moyens de protection individuels les bouchons d'oreille seront plus utiles pour protéger les opérateurs dans cette unité.
- Le port des moyens de protection est indiscutable dans cette unité pendant toute la journée de travail et la vérification périodique du port de moyen de protection est obligatoire.
- Le personnel concerné doit être informé sur les risques aux quel il est exposé.
- Le traitement acoustique de l'unité par revêtement des murs et plafond avec des matériaux absorbant tels que la mousse composite polyuréthane ou la laine de roche.
- Utilisation des bureaux insonorisé pour le reste du personnel qui travail dans l'unité.
- Visite médical périodique et des teste audiogrammes pour les opérateurs concerné par l'exposition a ces hauts niveaux sonores.
- Le bon entretient des machines de tissages.



Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Au cours de notre travail on a constaté que le bruit a un impact direct sur la santé, la surdité professionnelle est l'effet néfaste le plus dangereux est le plus connu, mais ce n'est pas la seule nuisance. Au nombre des autres effets indésirables, on peut citer les acouphènes (sifflements et bourdonnements d'oreilles), la perturbation de la communication orale et la non-perception de signaux sonores de sécurité, la diminution des performances, la gêne et les effets extra-auditifs.

Au terme de l'étude que nous avons réalisée qui concerne l'évaluation des niveaux sonores générés par les unités de l'entreprise TAYAL SPA, nous pouvons conclure que les travailleurs dans l'unité de tissages, l'unité de tricotages et l'unité de tri-génération sont exposés à des niveaux sonores très élevés et dépassant le seuil recommandé, ce qui présente une menace majeure à la santé des travailleurs.

Enfin, nous avons clarifié certaines solutions et moyennés de protection collective qui visent à réduire le bruit dans les unités bruyantes et des recommandations qui nous semblent efficaces dans la résolution des problèmes liés à la pollution sonore générée par les équipements et les installations :

- Une réorganisation du temps de travail pour favoriser le travail en permutation sur les machines bruyantes afin de diminuer la durée d'exposition.
- Agir sur la propagation des niveaux sonores par revêtement, en utilisant une matière absorbante tels que la peinture insonorisante constituée en microbilles de verre ou la pose de la mousse composite polyuréthane ou la laine de roche pour les murs, les planches en sous-couches caoutchoutées pour le sol et les faux plafonds avec baffles.
- Le remplacement progressif des machines par des machines moins bruyantes.
- Réaliser une séparation entre les zones par des panneaux réfléchissants transparents en polycarbonate.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographies

- Aalok, w. harsha B. (2002). Work and Energy Science. Encyclopaedia Britannica.
- AFSSE, 2004 - Impacts sanitaires du bruit. Etat des lieux : Indicateurs Bruit-Santé.p-304
- Agarwal, S. K. (2005). Noise pollution. New Delhi, India: A.P.H. Publishing Corporation. P9
- Andrieu, B. (2016). L'écologie corporelle. Paris : L'Harmattan. P 12
- Babisch W, *Noise sensitivity in cardiovascular noise studies*, Internoise 2010
- Babisch W, *Transportation Noise and Cardiovascular Risk*, Berlin, 2006
- Battersby, S. (Ed.). (2016). Clay's handbook of environmental health. Routledge. P 880
- Baukal, C. E. (Ed.). (2003). Industrial burners handbook. CrC press. p266, 263, 149
- Beat H., Walter L., Heinz W., 2008 - Bruit dangereux pour l'ouïe aux postes de travail.82p.
- Belojevic and al. , Urban road-traffic noise and blood pressure in school children, ICBEN 2008
- Belojevic G, Jakovljevic, Paunovic, Stojanov, Ilic J, *Urban road-traffic noise and blood pressure in school children*, ICBEN 2008
- Benson, H., Lachance, M., Séguin, M., Villeneuve, B., & Marcheterre, B. (2015). Physique: 3. Louvain-la-Neuve: De Boeck supérieur. P 288
- Berger, Elliott H. 2003. The noise manual. Aiha.p27, 54
- Bluhm G, Saliva cortisol – a marker for stress in the research on cardiovascular effects of noise, Internoise 2010
- Bodin and al, Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden 2009
- Cotté, B. (2006). Classification de l'influence relative des parametres physiques affectant les conditions de propagationna grande distance. Rapport final du projet MEDD.
- Crocker, M. J. (2007). Handbook of noise and vibration control. John Wiley & Sons. P11
- Davies H, van Kamp I, *Environmental noise and cardiovascular disease: Five year review and future directions*, ICBEN 2008
- Document de l'entreprise TAYAL SPA

- Dunn, F., Hartmann, W. M., Campbell, D. M., & Fletcher, N. H. (2015). Springer handbook of acoustics. T. Rossing (Ed.). Springer. P65
- Embrechts, J. J. (2002). Modélisation des réflexions diffuses en acoustique des salles : état de la question. engineers. Cambridge [u.a.: Cambridge Univ. Press. P263
- Giancoli, D. C. (1993). Physique générale: Tome 3. Bruxelles: De Boeck-Wesmael. P 36, 39
- Hagopian, E. J., & Machi, J. (Eds.). (2014). Abdominal ultrasound for surgeons. Springer.
- Hamayon, L. (2010). L'acoustique des bâtiments. Éd. le Moniteur.
- Hertig, J.-A., Fallot, J.-M., Grangirard, V., Lachat, B., & Pury, P. . (2006). Études d'impact sur l'environnement. Lausanne: Presses Polytechniques et Univ. Romandes.
- INRS, 2018 - Le bruit. Santé et Sécurité au travail. 32p
- Ising H, Lange-Asschenfeldt H, Moriske H, Born J, Eilts M. Low frequency noise and stress : Bronchitis and cortisol in children exposed chronically to traffic noise and exhaust fumes. Noise & Health 2004
- Jacques JOUHANEAU, Effet du bruit sur l'homme, Techniques de l'Ingénieur, Traité Environnement, G2 720, 2001, 2-14.
- Jaworski, V. (2012). Le bruit et le droit. Communications, (1), 83-94.
- Jean-Jacques BARBARA, Bruit : synthèse des données réglementaires, Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement G2 790, 2002.
- Junker, F., Gauvreau, B., Blanc-Benon, P., Cremezi-Charlet, C., Ecotière, D., Baume, O., & Kang, J. (2006). Urban sound environment. CRC Press. P2
- Lonngren, K. E., Savov, S. V., & Jost, R. J. (2007). Fundamentals of Electromagnetics with Louise SCHRIVER-MAZZUOLI, Nuisances sonores (prévention, protection, réglementation), 2007, 65-75.
- Marieb, E. N., Hoehn, K., Moussakova, L., & Lachaine, R. (2010). Anatomie et physiologie humaines (4e éd.). Saint-Laurent (QC), éditions du Renouveau pédagogique. P671
- MATLAB. Scitech publishing.
- Mouret J, Vallet M. *Les effets du bruit sur la santé*. Paris, Ministère de la Santé, 1998.
- Müller, G., & Möser, M. (Eds.). (2012). Handbook of engineering acoustics. Springer Science & Business Media. P1, 35

Munot, P., & Nève, F. X. (2002). Une introduction à la phonétique : manuel à l'intention des linguistes, (Vol. 9). Editions du CEFAL. P33, 39, 140.

Muzet A, *Environmental noise, sleep and health*, Sleep Medicine Reviews, 2007

Nachi F.Z et Salmi F.Z., 2017 - Etude acoustique du bruit généré par les unités industrielles d'Arzew. Mémoire de fin d'études. IMSI. Université d'Oran 2/Mohamed BenAhmed. 84p.

Narinder Kumar, Dr. J. K. Juneja (2006). Comprehensive Objective Physics. Golden Bells.p 857,858

Nguyen, T. A. Caractérisation des particularités dominantes de la morphologie urbaine à travers l'environnement sonore : étude dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux (Doctoral dissertation, Bordeaux 1) ; 2007.

Norton, M. P., & Karczub, D. G. (2003). Fundamentals of noise and vibration analysis for

Nouaigui H., 2011 - La Prévention des Risques Liés à l'Exposition au Bruit en Milieu Professionnel. 44p.

Öhrström E, Ögren M, Jerson T, Gidlöf-Gunnarsson A, *Experimental studies on sleep disturbances due to railway and road traffic noise*, ICBEN 2008 Europe position paper WG2, 2002

Poirier, J. (1980). Précis d'histologie humaine. Presses Université Laval. P717

Raven, P. H., Berg, L. R., & Hassenzahl, D. M. (2009). Environnement. Bruxelles : De Boeck. P234

Séguin Marc, Julie Descheneau, and Benjamin Tardif. 2010. Physique XXI. Tome C, Tome C. Bruxelles: De Boeck.

Serway, R. A. (1992). Physique : Optique et physique moderne (Vol. 3). De Boeck Supérieur.P111

Shipman, J., Wilson, J., & Higgins, C. (2012). An introduction to physical science. Nelson Education. P148

Simon, D., & Bensoussan, L. (2008). ORL, ophtalmologie. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson. P3

Smith, A. D. (2007). Smith's textbook of endourology. Hamilton [Ont.: BC Decker Inc. P318

Soames R.F., *Stress-related personality tests and noise effects: New evidence but old interpretations*, ICBEN 2008

Thomas, P. F. (2006). Précis de physique-chimie : première et deuxième années. Editions Bréal.P212

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). Manuel d'anatomie et de physiologie humaine. De Boeck Supérieur. P355

Tripathy, D. P. (2008). Noise pollution. New Delhi, India: À P H Publishing. P5

Van Kamp I, Davies H, Environmental noise and mental health: Five year review and future directions, ICBEN 2008

Vijayakumari G. (2015). Engineering Physics (with Practicals) (GTU), 8th Edition. Vicas

Webographie :

<https://www.officiel-prevention.com/> (septembre 2021)

<https://machines-sures.inrs.fr/mecaprev/pages/index.seam?cid=587770> (septembre 2021)

<https://www.travauxapart.fr/> (septembre 2021)

<https://www.isolation-info.fr/> (septembre 2021)

Annexe

Annexe

La réglementation algérienne du bruit

Loi n°83-03 du 5 Février 1983 relative à la protection de l'environnement :

Article 119 : Les immeubles, les établissements industriels, artisanaux ou agricoles et autres édifices, les animaux, les véhicules et autres objets mobiliers possédés, exploités ou détenus par toute personne physique ou morale sont construits, exploités ou utilisés de manière à satisfaire aux dispositions prises en application de la présente loi afin d'éviter l'émission de bruits susceptibles de causer une gêne excessive de nature à incommoder la population ou à nuire à sa santé.

Article 120 : Lorsque les émissions de bruits sont susceptibles de constituer un gêne excessif pour la population ou de nuire à sa santé, les personnes visées à l'article 119 doivent mettre en oeuvre toutes les dispositions utiles pour les supprimer.

Article 121 : Les prescriptions visées aux articles 119 et 120 font l'objet de décrets qui déterminent notamment :

1. les cas et conditions dans lesquels doit être interdite ou réglementée l'émission des bruits.
2. les délais dans lesquels il doit être satisfait à ces dispositions pour les immeubles, établissements, autres édifices, animaux, véhicules et autres objets mobiliers existants à la date de publication de chaque décret.
3. les cas et conditions dans lesquels le ministre chargé de l'environnement doit, avant l'intervention de la décision judiciaire, prendre, en raison de l'urgence, toutes les mesures exécutoires destinées d'office à faire cesser le trouble.

Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits :

Article 1 : Le présent décret a pour objet de réglementer l'émission des bruits et ce en application de l'article 121 de la loi n°83-03 du 5 février 1983, susvisée.

Article 2 : Les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels (70 DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels (45 DB) en période nocturne (22 heures à 6 heures).

Article 3 : Les niveaux sonores maximums admis au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et dans les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45 décibels (DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 40 décibels (DB) en période nocturne (22 h à 6 h).

Article 4 : Sont considérés comme une atteinte à la quiétude du voisinage, une gêne excessive, une nuisance à la santé et une compromission de la tranquillité de la population toutes les émissions sonores supérieures aux valeurs limites indiquées aux articles 2 et 3 ci-dessus.

Article 5 : Les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes algériennes en vigueur.

Article 6 : Toute personne physique ou morale exploitant des activités exigeant l'emploi de moteurs, d'outils, de machines, d'équipements ou d'appareils générateurs de bruits de niveaux supérieurs aux valeurs limites telles que définies par le présent décret est tenue de mettre en place des dispositifs d'insonorisation ou des aménagements appropriés de nature à éviter d'incommoder la population ou de nuire à sa santé.

Article 7 : Les infrastructures sont construites, réalisées et exploitées en tenant compte des bruits aériens émis par leurs activités.

Article 8 : Les constructions à usage d'habitation ou à usage professionnel sont conçues et réalisées en tenant compte de la qualité acoustique des murs et planchers.

Un arrêté conjoint du ministre chargé de l'habitat et du ministre chargé de l'environnement définit les modalités d'application du présent article.

Article 9 : Les engins de chantier dotés de moteurs à explosion ou à combustion interne, les brises béton, les marteaux piqueur, les groupes électrogènes de puissance, les groupes moto compresseurs, les compresseurs et les surpresseurs doivent être munis d'un dispositif

d'insonorisation ou d'atténuation de bruit lorsqu'ils sont utilisés à moins de 50 m des locaux à usage d'habitation ou des lieux de travail.

Un arrêté conjoint du ministre chargé de la normalisation et du ministre chargé de l'environnement précisera les limites des niveaux sonores émis par chaque type de matériel et d'équipement.

Article 10 : Sont interdites les réparations et mises au point des véhicules à moteurs et motocyclettes sur tous les lieux publics ou privés lorsqu'elles sont de nature à gêner ou à nuire à la santé du voisinage.

Article 11 : Est interdit tout bruit d'animal susceptible de troubler la tranquillité du voisinage lorsqu'il est causé entre 22 h et 06 h 00. Les propriétaires et possesseurs d'animaux ont responsables du bruit que ces animaux peuvent causer.

Article 12 : Les dispositions prévues aux articles 6, 7, 8, 9 et 10 ci-dessus doivent être satisfaites au plus tard, deux années à compter de la date de publication du présent décret au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Article 13 : Toutes infractions au présent décret sont sanctionnées conformément aux dispositions de l'article 129 de la loi n°83-03 du 5 février 1983 susvisée.

Article 14 : Le présent décret sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Loi n° 03-10 du 19 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable :

Article 72 : Les prescriptions de protection contre les nuisances acoustiques ont pour objet, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers nuisibles à la santé des personnes, à leur causer un trouble excessif ou à porter atteinte à l'environnement.

Article 73 : Sans préjudice des dispositions législatives en vigueur, les activités bruyantes exercées dans les entreprises, les établissements, les centres d'activités ou les installations publiques ou privées établis à titre permanent ou temporaire et ne figurant pas dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, ainsi que les

activités bruyantes sportives et de plein air susceptibles de causer des nuisances sonores, sont soumises à des prescriptions générales.

Article 74 : Lorsque les activités visées à l'article 73 ci-dessus sont susceptibles, par le bruit qu'elles provoquent, de présenter les dangers ou causer les troubles mentionnés à l'article 72 ci-dessus, elles sont soumises à autorisation.

La délivrance de cette autorisation est soumise à la réalisation de l'étude d'impact et de la consultation du public conformément aux conditions déterminées.

Sont fixées par voie réglementaire la liste des activités soumises à autorisation, les modalités de délivrance de l'autorisation, les prescriptions générales de protection, les prescriptions imposées à ces activités, les mesures de prévention, d'aménagement et d'isolation phonique, les conditions d'éloignement de ces activités des habitations ainsi que les méthodes selon lesquelles sont effectués les contrôles.

Article 75 : Les dispositions de l'article 74 ci-dessus ne sont pas applicables aux activités et installations relevant de la défense nationale, des services publics de protection civile et de lutte contre l'incendie, ainsi qu'aux aménagements et infrastructures de transports terrestres soumis aux dispositions de textes législatifs spécifiques.

Tableau N°42 des maladies professionnelles (Affections professionnelles provoqués par les bruits)

DESIGNATION DES MALADIES	DELAIS DE PRISE EN CHARGE	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
<p>Déficit audiométrique, bilatéral, par lésion cochléaire, irréversible et ne s'aggravant plus après cessation de l'exposition au risque.</p> <p>Ce déficit sera confirmé par une nouvelle audiométrie effectuée de trois semaines à un an après cessation de l'exposition aux bruits lésionnels.</p> <p>Cette audiométrie doit faire apparaître au minimum sur la meilleure oreille un déficit moyen de 35 décibels calculé en divisant par 10 la somme des déficits mesurés sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 hertz, pondérés respectivement par les coefficients 2, 4, 3 et 1.</p>	<p align="center">1 an</p> <p>(sous réserve d'une durée d'exposition au risque de 1 an, réduite à 30 jours en ce qui concerne la mise au point des propulseurs, réacteurs et moteurs à pistons)</p>	<p>Travaux exposant aux bruits provoqués par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les travaux sur métaux par percussion, abrasion, ou projection, tels que : <ul style="list-style-type: none"> * Le décolletage, l'emboutissage, l'estampage, le broyage, le fraisage, le martelage, le burinage, le rivetage, le laminage, l'étirage, le tréfilage, le découpage, le sciage, le cisailage, le tronçonnage. * L'ébarbage, le meulage, le polissage, le grugeage par procédé arc- air, la métallisation, - le câblage, le toronnage et le bobinage de fils d'acier, - l'utilisation de marteaux et perforateurs pneumatiques, - la manutention mécanisée de récipients métalliques, - les travaux de verrerie à proximité de fours, machines de fabrication, broyeurs et concasseurs, l'embouteillage, - le tissage sur métiers à navette battante, - la mise au point, les essais et l'utilisation des propulseurs, réacteurs, moteurs thermiques ou électriques, groupes électrogènes, groupes hydrauliques, installations de compression ou de détente fonctionnement à des pressions différentes de la pression atmosphérique, - l'emploi ou la destruction de munitions ou d'explosifs, - l'utilisation de pistolets de scellement, - le broyage, le concassage, le criblage, le sciage et l'usinage de pierres et de produits minéraux, - les procédés industriels de séchage de matière organique par ventilation, - l'abattage et le tronçonnage des arbres, - l'emploi des machines à bois en atelier, - l'utilisation d'engins de chantier : bouteurs, décapeurs, chargeuses, moutons, chariots de manutention tous terrains, pelles mécaniques, - le broyage, l'injection et l'usinage des matières plastiques et du caoutchouc, - le travail sur les rotatives dans l'industrie graphique, - la fabrication et le conditionnement mécanisé du papier et du carton, - l'emploi de matériel vibrant pour l'élaboration de produits en

