

Populaire et Démocratique Algérienne République
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE AHMED DRAIA
-ADRAR-



جامعة أحمد درايا أدرار

Année / 2021

Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Matière

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

Chimie

Option : Chimie de l'Environnement

Thème

*Audit environnement d'une zone (industriel-
touristique) dans la wilaya d'Adrar*

Présenté Par :

Melle/ Mr. BAARAB Hanane

et

Melle/ Mr. SALMI Fatma Zohra

Devant le jury composé de :

Mr. SMILI BILAL

Président

Université Ahmed Draia-Adrar

Mr. ARBAOUI ILIES

Rapporteur

Université Ahmed Draia -Adrar

Mr. SAKHER FAHEM

Examineur

Université Ahmed Draia -Adrar

Année Universitaire 2020/2021



شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): **عزى إلياس**

المشرف على مذكرة الماستر.

الموسومة بـ: **Audit environnemental d'une zone (industrielle et touristique) dans la wilaya d'Adrar**

من إنجاز الطالب(ة): **عزى حنت**

و الطالب(ة): **سالم فاطمة الزهراء**

كلية: **العلوم والتكنولوجيا**

القسم: **علوم المياه**

التخصص: **كيمياء المياه**

تاريخ تقييم / مناقشة: **2021/06/21**

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.

ويمكنهم إيداع النسخ الورقية (02) والأليكترونية (PDF).

- امضاء المشرف

Dr. Arzet

ادرار في:

مساعد رئيس القسم:-



د. سميلي بيلال
رئيس قسم علوم المياه

عزى إلياس
رئيس قسم العلوم والتكنولوجيا بكلية
العلوم والتكنولوجيا



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents

A mes chers frères

A mes adorables sœurs

A toute ma famille

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, qui nous a
Donné la force pour accomplir ce travail.

Rien ne va de soit, rien n'est donné, tout est construit.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement notre
encadreur Dr. ARBAOUI ILIACE , pour nous avoir défini et
Orienté le sujet, pour son collaboration, son suivi, a sa
Serviabilité et ses conseils, sans lui le présent travail n'aurait pu
être effectué

Nous adressons nos vifs remerciements pour toutes les
personnes
ont participé à notre formation Scientifique, depuis la première
année préparatoire jusqu'à la deuxième année master.

Nos remerciements vont aussi à tous nos amies. Nous les
remercie pour le soutien qu'ils nous ont prêtés pendant toute la
durée du travaille

Enfin nous ne peux pas oublions les gens du département de
Science de la matière de l'université d'adrar où était le début de
nos

Chemin scientifique. Nous les remercie sincèrement pour
s'avoir

Donner, ce niveau qui a constitué nos
Véritable appui et nos support durant ce travail et il le fera le
Long du nos chemin professionnel

Sommaire

SOUMAIRE

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit	
Introduction général	2
I.1.Généralités	3
I.2.Définition relatives au bruit	3
I.3. Mesure de bruit	8
I.4.L'oreille humaine	8
I.5. L'échelle de bruit	9
I.6. Les source de bruit	10
I.6.1.Le bruit ambiant	11
I.6.2. Le bruit en milieu professionnelle	12
I.6.3. Le bruit dominant du trafic routier	12
I.7 .Effets sanitaire et nuisance de bruit	12
I.7.1.Les effets nocifs du bruit	12
I.7.2.Effets auditifs	13
I.7.3. Les effets traumatique	13
I.7.4.Laperte d'audition	13
I.7.5.Effets extra auditifs du bruit	18
I.7.6.Les effets immédiats et passagers se caractérisent	18
I.7.7.Les effets à long terme	19
I.7.8.Le bruit et les perturbations du sommeil	19
I.7.9. Répercussions du bruit chez l'enfant	20
I.8. Le bruit un problème de société	20
I.9.Actions de maitrises du bruit	20
I.10. Prévention des effets auditifs du bruit	21
Chapitre II: les caractéristiques acoustiques des bruits industriels	
I.Introduction	22
II.1 Notions d'acoustique	22
II.1.1 Phénomène physique	22
II.1.2 Intensité acoustique (le watt par mètre carré (w/m ²))(21)	24
II.1.3 Perception du bruit	26
II.2 Les bruit industriels et leurs caractéristiques acoustiques	26
II.2.1 Définition	26
II.2.2 Caractéristiques du bruit industriel	27
II.2.2.1 Aspect basses fréquences	27
II.2.2.2 Caractère tonal	27
II.2.2.3 Caractère impulsionnel	28
II.3 Phénomènes intervenant dans la propagation acoustique en milieu extérieur	28
II.3.1 Divergence géométrique	28
II.3.2 Absorption atmosphérique	28
II.3.3 Absorption par les matériaux	29
II.3.4 Effets météorologiques	29
CHAPITRE III: Réglementation de bruit au niveau international	
Introduction	31
III.1.Les réglementations de bruit au niveau international	31
III.1.1.Au niveau American	31
III.1.2. Aux niveau Europeéens [9-10]	33
III.1.3. Au niveau de Taiwan	34

SOUMAIRE

III.1.4. Au niveau de la Turquie	34
III.1.5. Les réglementations algérienne	35
III.2.Normes de mesures de bruit industriel	37
III.2.A. Mesure en champ libre	37
III.2.B. Mesure en champ diffus	38
III.2.C. La mesure par intensimétrie	38
III.2.C.1.Principe de l'intensimétrie	39
Chapitre IV: présentation des zone d'étude	
IV.I. Timimoune	40
IV.I.1. Site géographique de Timimoune	41
IV.I.2. L'origine de nom Timimoune	41
IV.I.3. Climat	41
IV.I.4. Sol et végétation	41
IV.I.5. Attraction touristiques à Timimoune	41
IV.II. Tamantit	42
IV.II.1.Caractéristique de topographique	44
IV.II.3.Richesse végétale et animal	45
IV.II.4.Tamantit et le mouvement industriel	45
IV.II.5. Attraction touristiques à Tamantit	45
IV.III .L'industrie est en Adrar	47
IV.III.1.Artisanat traditionnel	47
IV.III.2.Parmi l'usine située à Adrar	49
IV. IV. Présentation de la Raffinerie d'ADRAR RA1D	50
IV.IV.1.Situation géographique de la raffinerie d'ADRAR "RA1D	51
IV.IV.2.Capacité de production de la raffinerie d'Adrar	51
IV.IV.3.Structure et équipement de la raffinerie	52
IV.IV.4.Capacité traitement et de production la raffinerie	52
Chapitre V	
Partie pratique 1: Audit environnemental sur le confort acoustique ans la wilaya d'ADRAR zone touristique-industriel	
V. Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'Adrar Zone touristique-industriel	
V.1. MATERIEL ET METHODES	55
V.2.RESULTATS DES MESURES	55
V.2.1. La ville d'ADRAR	55
VI.2.2. La ville de TAMANTIT	57
V.2.3.La ville de TIMIMOUNE	59

SOUMAIRE

V.2.4.La zone industrielle	61
Parti pratique 2 : Simulation et Réalisation de cartographie de Bruit dans la wilaya d'Adrar Zone touristique-industriel	
V. Cartographies de bruit	62
V .1. Généralité sur la simulation	62
V. 2. Présentation l'outil de simulation le code tympan :	62
V. 3. Procédure de la simulation	63
V.4. Cartographie de Bruit de la Ville d'Adrar	64
V.5. Cartographie de Bruit de la Ville de TAMANTIT	66
V.6 .Cartographie de Bruit de la Ville de Timimoune	68
V. 7.Cartographie de Bruit de la raffinerie de Sbaa	70
V.7.1.Démarche dans la réalisation de la cartographie de bruit en milieu industriel	70
Conclusion	74

Liste Des Tableaux

Liste des Tableaux

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit	
Tableau 1 : Classification du bruit	6
Tableau 2: Echelle de fréquence des sons	8
Tableau 3: Quelques repères des niveaux de bruit	8
Tableau 4: Effets nocifs du bruit selon guidelines for community noise (OMS, 1999)	13
Chapitre III: Réglementation de bruit au niveau international	
Tableau.1. les limites de durées d'exposition autorisée par OSHA (6-7)	32
Tableau.2. comparaison de la réglementation 1988 et de la directive 2003/10/CE	34
Tableau: III.3 Les niveaux de bruit admissible autorisé par la réglementation taiwanique	34
Tableau III.4 : Les niveaux de bruit admissible autorisé par la réglementation turkisch	35
Chapitre IV: Présentation des zones d'étude	
Tableau .1. capacité de production de la raffinerie	53
Chapitre V:	
Parti pratique 1. Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'Adrar zone touristique-industriel	
Tableau.1. les lieux des musers la pollution sonore a région Adrar	56
Tableau.2. les lieux des musers la pollution sonore a région Tamantit	58
Tableau.3. les lieux des musers la pollution sonore a région Timimoune	60
Tableau .4 .le niveau de bruits enregistré dans la raffinerie	61

Liste Des Figure

Listes des figures

Chapitre I: Les risques liés au bruit	
Fig.1. Différents type e bruit	7
Fig.2. Les trois parties de l'oreille humaine	9
Figr.3. échelle du bruit	10
Fig.4.Variatin de la perte d'audition selon le niveau d'exposition	15
Fig.5. perte d'audition moyenne en fonction de la durée d'exposition	15
Fig.6. Perte temporaire d'audition en dB (TTS) en fonction de la fréquence, après une exposition à un bruit blanc de 115 dB pendant 20 minutes	16
Fig.7. TTS après exposition à des sons purs	18
Chapitre II: les caractéristiques acoustiques des bruits industriels	
Fig.1. Montage de caractérisation du signal de bruit	23
Fig.2. Montage de caractérisation du signal de son	24
Fig.3. caractérisation spectrale des différentes pondérations	26
Fig.4. variation de l'absorption atmosphérique en fonction de la fréquence pour deux valeurs d'humidité relative 30% et 70% à un température de 15°C	29
Chapitre III: Règlementation et Normes de mesures	
Fig.1. la propagation de bruit dans un champ libre et réverbéré	37
Fig.2. principe d'évaluation de l'intensité acoustique par intensimétrie	39
Chapitre IV : présentation des zones d'étude	
Fig.1. la carte de Timimoune	40
Fig. 2. L'entrée du kaser Tamantit	43
Fig.3.	44
Fig.4. Kasr Tamantit	47
Fig.5.	50
Chapitre V:	
Partie pratique 1: Audit environnemental sur le acoustique dans la wilaya d'Adrar zone touristique-industriel	
Fig.1. Sonomètre utilisé	55
Fig.2. Histogramme des niveaux bruit enregistré dans la ville d'Adrar	57
Fig.3. Histogramme des niveaux bruit enregistré dans la ville Tamantit	59
Fig.4. Histogramme des niveaux bruit enregistré dans la ville Timimoune	61
Fig.5. Histogramme des niveaux bruit enregistré dans la raffinerie de Sbaa	62
Partie pratique 2: Sémitisation et réalisation de cartographie de bruit dans la wilaya d'Adrar zone touristique-industriel	
Fig.1. Exemple de cartographie acoustique obtenue avec code TYMPAN	63
Fig.2. Cartographie de bruit de la place Adrar	65
Fig.3. Cartographie de bruit de Souq bouda	65
Fig.4. Cartographie de bruit d'Université d'ADRAR	65
Fig.5. Cartographie de bruit de Tamantit	67
Fig.6. Cartographie de bruit de la ville de Timimoune	69
Fig.7. Cartographie de bruit de la raffinerie de Sbaa	71

Nomenclature

Nomenclatureur

T₀ : température
ρ : masse volumique
P₀ : pression atmosphérique
P(t) : pression instantanée
[Pa] : pression acoustique instantanée
f : fréquence
P_{max} : l'amplitude
d : l'atténuation d'intensité
I : l'intensité
NF : norme française
L_p : le niveau de pression
L_w : le niveau de puissance acoustique de la source sonore
Att_{dif} : la diffraction par les obstacles
Att_{abs} : l'absorption de l'atmosphère et des matériaux
Att_{div} : la divergence géométrique
Att_{sol} : l'effet de sol
Att_{météo} : l'effet météorologique
Hz : unité de fréquence
dB : décibel
L_A : le niveau de bruit
T : temps
NED :
C_I : quantités

Introduction Générale

Introduction générale

« La santé n'est pas seulement l'absence de maladies mais un état de complet bien-être physique, mental et social »

[O.M.S. 1948]

La pollution Sonore et le bruit est l'un des principaux enjeux environnementaux au monde. De nombreuses enquêtes auprès du public font ressortir que le bruit est un problème d'environnement très préoccupant, qu'il constitue une des atteintes majeures à l'environnement, à la qualité de vie et à la santé.

Pour l'Organisation Mondiale de la Santé notamment, les effets du bruit ne se limitent pas à la perturbation des communications ou à une dégradation de l'acuité auditive. Ils peuvent aller jusqu'à la perturbation du sommeil, l'hypertension artérielle, la réduction du champ de vision, et l'irritation nerveuse occasionnant fatigue et dépression.

Face à ce constat, de côté scientifique il existe un grand nombre d'études ont été réalisées concernant les nuisances sonores dues au bruit des transports (trafic routier, aérien et ferroviaire), très peu ont traité le cas du bruit d'origine industrielle, et de côté politique les pouvoirs publics algériennes réagissent, mettent en œuvre et améliorent depuis plus de 23 ans les politiques de lutte contre le bruit.

Les industries et les moyens de transports qui sont indispensables à la vie économique et à la vie quotidienne, sont considérés comme la première source de nuisances sonores, surtout dans les grands complexes comme les industries pétrolières on cite le cas de la raffinerie d'ADRAR.

La zone industrielle d'Adrar de par son importance constitue, un des éléments clés du développement économique et l'une des premières sources de pollutions sonore. Faisant appel à différents procédés de génie chimique (séparation, transfert de chaleur et de matière, etc.). Ainsi la raffinerie d'adrar qui possède plusieurs machines et des équipements industriels très variés et couteux, émet des niveaux de bruit intenses sollicitant un suivi rigoureux et permanent de leur émission.

Introduction générale

A cet effet, il nous a été proposé d'étudier acoustiquement, dans le but d'identifier les sources de bruit, de mesurer les taux des émissions et de réaliser une cartographie de bruit pour protéger les riverains de la wilaya d'adrar et optimiser l'environnement de local.

La problématique constitue précisément l'objet de notre étude dont le thème est «*Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'ADRAR zone touristique-industriel* ».

Pour mener à bien notre étude, nous avons structuré notre mémoire en deux parties essentielles : partie théorique et partie pratique.

Dans le chapitre I nous avons donné un aperçu sur les effets sanitaires liés au bruit.

Le chapitre II a été consacré aux réglementations et aux normes d'émission de bruit.

Dans le chapitre III nous avons présenté un aperçu sur la science acoustique, ainsi que quelques rappels sur le bruit et donné quelques notions générales sur les caractéristiques acoustiques du bruit.

Dans la partie pratique nous avons divisé notre document en deux parties

Dans la première partie nous avons d'abord présenté le lieu de réalisation de l'étude « Adrar ville-Tamantit-Sbaa et Timimoun » pour cela nous avons mis en évidence l'intérêt du travail à effectuer. Nous avons ensuite mis en évidence à travers nos résultats les zones rouges (les plus bruyants) et les zones vertes (les moins bruyants). Ce chapitre comporte aussi quelques recommandations destinées à la protection des riverains de la wilaya.

Dans la deuxième partie nous avons réalisé une cartographie de bruit selon les mesures obtenues et à l'aide d'un simulateur qui calcule la propagation acoustique des sources bruyantes.

En conclusion, nous avons mis en évidence les principaux résultats obtenus.

Chapitre I

Les risques sanitaires liés au bruit

Les risques sanitaires liés au bruit

I.1. Généralités

Le bruit est considéré comme une nuisance environnementale majeure et comme la première atteinte à la qualité de vie en milieu urbain. La pollution sonore est aussi une des premières nuisances environnementales déclarées par la population.

La surdité, les autres effets sanitaires liés au bruit sont mal connus et peu pris en compte dans les aménagements urbains. Le bruit affecte aussi considérablement la qualité de vie des populations urbaines, en gênant leurs activités quotidiennes des habitations, que ce soit au travail, ou dans les habitations.

Le fait que le bruit est non seulement une nuisance mais encore une menace grave pour la santé n'est reconnue peu, et l'on pense aujourd'hui que les effets sur la santé de l'exposition au bruit constituent un problème de santé publique de plus important. Aujourd'hui, presque un sur trois souffre du bruit de la circulation routière par exemple.

Les problèmes provoqués autrefois par le bruit sont sans commune mesure avec ceux dont souffre la société moderne : le vrombissement des avions, le vacarme de camions lourdement chargés, le martèlement et le sifflement des usines constituent le fond sonore de notre vie [1 à 4]. Or, non seulement ce bruit est gênant ; mais il peut compromettre la santé [5 à 6] et il ne fait qu'augmenter avec le développement économique.

I.2. Définitions relatives au bruit [7] :

La première des ambiguïtés qui caractérisent la notion de bruit apparaît au niveau même de sa définition.

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  lectrotechnique 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 d  à une superposition de vibrations

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

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 (voir supprimer ?) 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.

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.

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Dans cette perspective, ils sont amenés à distinguer trois classes de bruit (tableau 1 et figure 1) :

- **les bruits gênants** : qui exercent une action sur certaines fonctions psychiques ou même physiologiques (d'après Chochole).

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.

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Tableau 1 : Classification du bruit

Classification selon le niveau	
< 40 dB A	Calme : zone résidentielle, salle de conférences, hôpital..
40 à 60 dB A	Modéré : circulation normale, bureau collectif, restaurant..
60 à 80 dB A	Bruyant : forte circulation, atelier, café..
> 90 dB A	Intense : avion, atelier très bruyant, armes à feu...
Classification selon la structure	
Structure spectrale	Infrasons
	Très basses fréquences
	Basses fréquences
	Médium
	Aigus
	Stridents ou suraigus
	Ultrasons
Structure temporelle (cf. arrêté du 02.08.1975) (figure 1)	Bruits continus stables (fluctuations ≈ 2 dB)
	Bruits fluctuants (fluctuations > 2 dB)
	Bruits de niveau variable
	Bruits intermittents (pics de durée > 1 s)
	Bruits impulsifs (pics de durée < 1 s)
	Bruits impulsifs quasi stables (impulsions successives de durée $< 0,2$ s et d'amplitude ≈ 2 dB)
Classification selon l'effet	
Bruits gênants	Action psychologique ou psychique entraînant parfois des variations physiologiques
Bruits stressant	Modifications de l'état d'équilibre physiologique. Effets auditifs et non auditifs réversibles
Bruits traumatisants	Effets irréversibles. Lésions auditives, troubles physiologiques ou psychiques graves

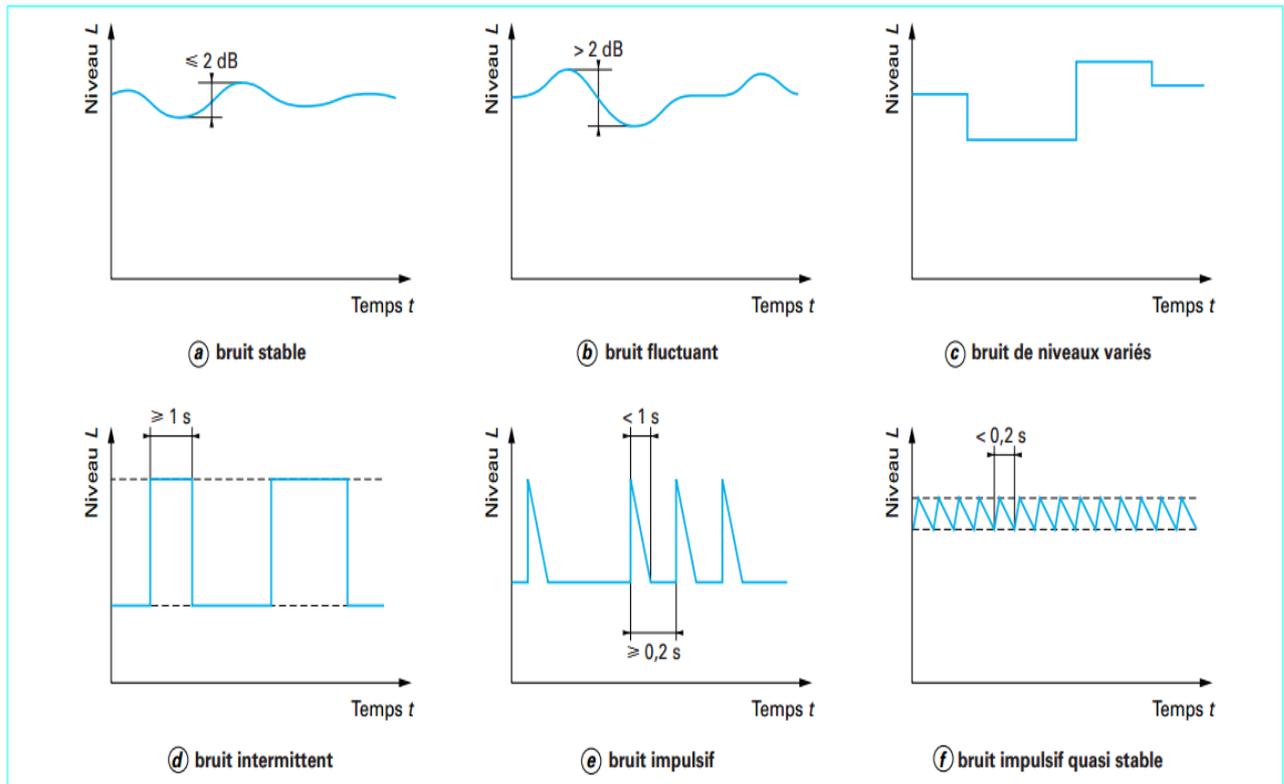


Figure 1 : Différents types de bruits

Le bruit est une vibration de l'aire qui se propage [8]

Il peut devenir gênant lorsque, en raison de sa nature, de sa fréquence ou de son intensité, il provoque des troubles excessifs aux personnes, et porter atteinte à l'environnement immédiat des habitats.

On peut définir aussi le bruit, tout son perçu comme gênant ou pouvant exercer un effet sur la santé. Cela en fait une notion subjective : le même son peut être utile, agréable ou gênant selon qui l'entend et à quel moment. Dans le langage courant, le terme « *bruit* » est appliqué à tout son qui prend un caractère désagréable ou inacceptable (déplaisant, fatigant, perturbateur, douloureux, etc.). Au-delà d'une certaine limite ; tous les sons sont gênants, voire dangereux.

Le bruit est un mélange de sons qui se caractérise par sa fréquence (en hertz) et par son niveau (en décibels, dB) l'oreille humaine ne perçoit pas toutes les fréquences. Notre champ auditif varie entre 20 et 20 000 Hz. Au-dessous de 20 Hz, ce sont les infrasons et au-dessus, les sons sont perceptibles par l'oreille humaine.

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Tableau 2 : Echelle de fréquence des sons

Infrasons	Audible	Ultrasons
< 20 Hz	20 à 20 000 Hz	> 20 000 Hz

I.3. Mesure de bruit

L'unité de mesure des sons est le **décibel (dB)** qui correspond à la plus petite pression acoustiques susceptible d'être perçu par l'homme. Pour prendre en compte le niveau réellement perçu par l'oreille, on utilise un décibel physiologique appelé A [dB(A)]. Les valeurs limites en termes de bruit sont fixées par les réglementations.

Les créations de l'oreille humaine au son dépend, à la fois de la fréquence du son (mesurée en décibels, dB). L'oreille humaine perçoit des sons à partir de 0 dB (seuil d'audibilités), jusqu'à 120 (seuil de la douleur)

Tableau 03 : quelques repères des niveaux de bruit

Sources de bruit	Mesure de bruit	Niveaux de bruit
Silence	0 dB	Seuil d'audibilité
Bruissement de feuilles	20 dB	
Intérieur d'un appartement calme	35 dB	
Conversation animée	65dB	Seuil de gene ou de fatigue
Klaxon	85 dB	Seuil de risque pour l'audition
Discothèque	95 dB	Seuil de danger pour l'audition
Marteau-pilon	120 dB	Seuil de la douleur

I.4. L'oreille humaine :

L'oreille comprend trois parties ayant des fonctions distinctes d'inégale importance : l'oreille externe, moyenne et interne.

L'oreille externe

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Elle comprend un pavillon et un conduit auditif. L'oreille externe guide le son jusqu'au tympan, membrane séparant l'oreille externe de l'oreille moyenne, dont le rôle est de capter les variations de pression sonore, comme le fait la membrane d'un micro.

L'oreille moyenne

Elle constituée par une chaîne de trois osselets (le marteau, l'enclume et l'étrier). Cette partie de l'oreille transmet les mouvements de tympan à l'oreille interne, qui est en communication avec le milieu extérieur par la trompe d'Eustache, habituellement fermée et s'ouvrant à la déglutition.

L'oreille interne

Elle au cœur du système auditif. Elle renferme deux ensemble fonctionnelles distincts : le vestibule, organe de l'équilibre, et la cochlée (ou limaçon) , la cochlée abrite environ 15000 cellules sensorielles par l'intermédiaire de ces cellules, la cochlées exerce une triple action : elle amplifie les vibrations qui lui parviennent, elle analyse ces mêmes vibrations et les oriente en fonction de leur fréquence, vers les fibres nerveuses qui lui sont connectées, et elle transforme l'énergie vibratoire en influx nerveux .

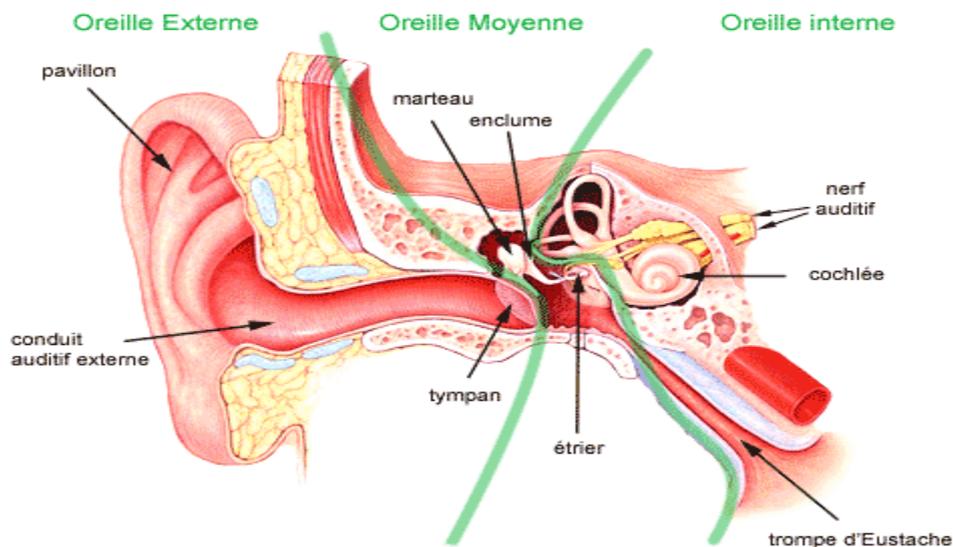


Figure 2: Les trois parties de l'oreille humaine

I.5. L'échelle de bruit :

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

L'échelle de bruit est une classification acoustique répertoriant les différents niveaux de bruits du seuil minimal, en passant par le seuil dit de « *danger* » pour la santé (90 dB) et le seuil de douleur (120 dB)

Une oreille normale chez un sujet jeune en bonne santé peut déceler des sons à des fréquences allant de 20 à 20 000 Hz.

La fréquence de la parole se situe entre 100 et 6 000 Hz. Le seuil de la douleur pour l'oreille humaine se situe aux alentours de 120-130 dB.

Notre oreille est moins sensible aux sons graves ou très aigus, qu'au son d'intensité moyenne.

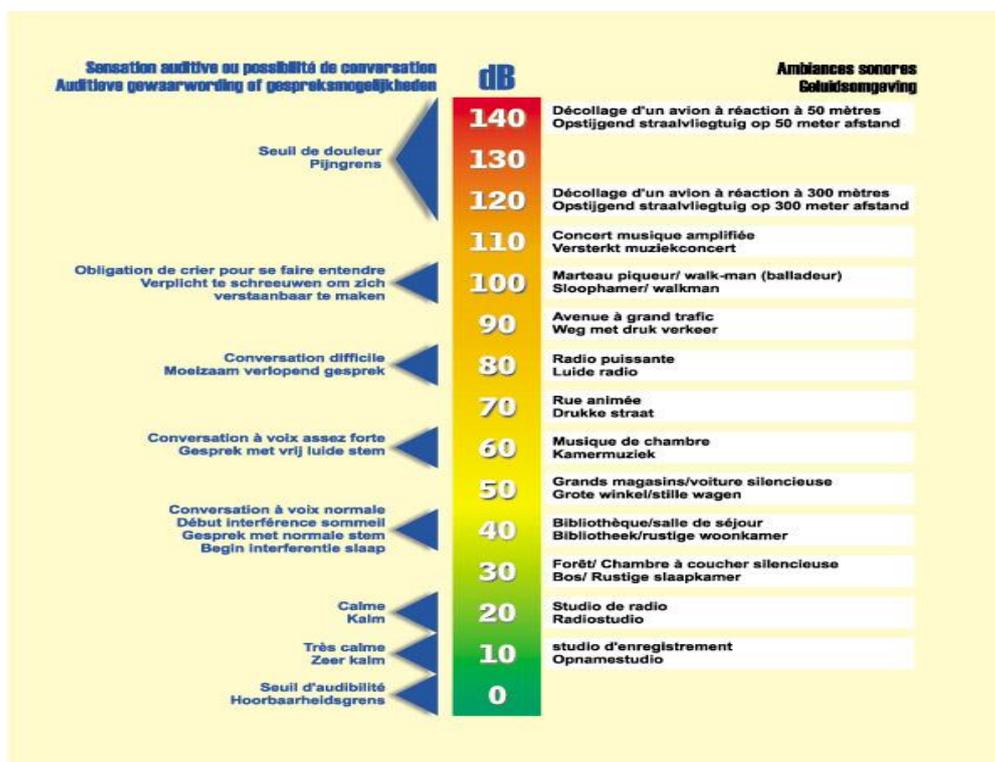


Figure 03 : échelle du bruit

I.6. Les sources de bruit

Les sources de bruit sont variables et nombreuses. Les activités les plus bruyantes sont : les transports (deux roues, voitures, camions, trains, avions, bateaux), le fonctionnement de matériels (domestiques, d'extérieur et chantier), les activités industrielles, commerciales, sportives, culturelles, et loisirs.

I.6.1. Le bruit ambiant

Le bruit qui ne relève pas d'activités industrielles, est appelé bruit ambiant, ou encore bruit de voisinage. A l'intérieur des locaux et des et des habitations, les principales sources de bruit sont les appareils domestiques et les voisins. Il y aussi d'autres sources classiques de bruit ambiant telles que les activités de restauration (cafés, restaurants, etc.), la musique en concert ou enregistrée, les sports, les terrains de jeu, les aires de stationnement automobile ou les chiens qui aboient.

Pour la plupart des gens, l'exposition permanente à un niveau de bruit ambiant situé aux alentours de 70 dB n'entraîne pas des déficits auditifs. L'oreille d'un adulte peut supporter un niveau sonore occasionnel allant jusqu'à 140 dB mais pour l'enfant, cette exposition ne devrait jamais dépasser 120 dB.

Avec le développement des technologies, le bruit ambiant a augmenté ces dernières décennies de plusieurs dizaines de décibels. Dans les pays de l'union européenne, on estime que 20 % de la population (environ 80 millions de personnes) est soumise en permanence durant la journée à des niveaux de bruit du au trafic supérieurs à 65 dB (A). Lorsque les niveaux sonores dépassent certaines valeurs, elles provoquent des dommages souvent importants et irréversibles.

I.6.2. Le bruit en milieu professionnelle

Le bruit est un risque professionnel fréquent sur les lieux de travail. Il y a d'innombrables Sources de bruit liées aux machines et procédés industriels, notamment : rotors , pistons, flux liquides turbulents , travaux par percussion , machines électriques, moteurs à combustion interne , matériel pneumatiques , matériel de forage ou de concassage , explosifs, pompes ou compresseurs . Les principales sources de bruit dangereuses pour l'ouïe sont les travaux par percussion, la manutention des matériaux et les jets industriels.

I.6.3. Le bruit dominant du trafic routier

En milieu urbain, le trafic routier est la source de bruit dominante pour la population, dans les grands centres urbains à travers le monde, le trafic routier est au premier rang des sources de bruit, suivi du trafic ferroviaire, puis de trafic aérien.

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Le bruit de trafic routier augmente en fonction du volume de trafic, de la taille des véhicules, de la puissance des moteurs et de la dimension des pneus, mais aussi de l'évolution du comportement au volant (conduite « sportives »). La population est soumise à des niveaux de bruit routier sans cesse croissants.

I.7. Effets sanitaires et nuisances de bruit

A côté de situations spécifiques d'exposition au bruit, qui constituent un danger pour l'audition et un réel problème de santé publique chez les jeunes, les nuisances sonores ont aussi des effets non auditifs divers sur la santé.

Le plus souvent, le bruit est ressenti comme une gêne pour l'accomplissement des activités quotidiennes, dans des conditions satisfaisantes. Il est parfois vécu comme une véritable atteinte à la personne, susceptible de générer des comportements agressifs.

I.7.1. Les effets nocifs du bruit

Le bruit est une nuisance susceptible de constituer une menace pour la santé des personnes les plus exposées. C'est même un problème de santé publique de plus en plus important. Il peut perturber le sommeil, être à l'origine de déficits auditifs pouvant entraîner des modifications du comportement social (incapacité à entendre dans des circonstances normales), avoir des effets cardio-vasculaire et psychophysiologiques.

Les caractéristiques qui rendent un bruit plus ou moins dangereux pour l'homme sont :

- ❖ Son intensité, c'est l'élément principale ;
- ❖ Sa fréquence, les fréquences les plus élevées du bruit sont les plus traumatisantes pour l'oreille ;
- ❖ La durée d'exposition, plus l'exposition est longue plus le bruit est nocif ;
- ❖ Le caractère inattendu et la discontinuité ;
- ❖ Et l'association avec vibrations (c'est le cas qui est présent le plus souvent dans notre étude) ;

Tableau 04 : effets nocifs du bruit selon guidelines for community noise (OMS, 1999)

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Environnement	Effet critiques pour la santé	Niveau sonore dB	Temps en h
Espaces extérieures	Nuisance	50-55	16
Intérieur des locaux d'habitation	Intelligibilité de la parole	35	16
Chambre à coucher	Trouble de sommeil	30	8
Salles des classes	Perturbation de la communication	35	Pendant les cours
Zones industrielles et transport	Déficits auditifs	70	24
Musiques par écouteurs	Déficits auditifs	85	1
Fêtes et loisirs	Déficits auditifs	100	4

I.7.2. Effets auditifs

Le bruit agit directement sur l'oreille. Il exerce des effets physiologiques traumatiques sur le système auditifs, mais aussi des effets extra auditifs.

I.7.3. Les effets traumatiques

Ils découlent d'une altération des cellules sensibles ciliées de la cochlée. On distingue les effets traumatiques à court et à long terme.

- ✓ Effets traumatiques à court terme (sifflement /bourdonnement (acouphènes), dégradation transitoires de la perception des aigus et besoin d'une longue période de récupération
- ✓ Effets traumatiques à long terme (**perte d'audition** (la surdité de perception)).

I.7.4. La perte d'audition

Sous l'effet du bruit, la perte d'audition est souvent temporaire. Par exemple, à la sortie d'une discothèque, les oreilles sifflent, et on entend mal les conversations. Après un temps de récupération dans le calme, l'audition redevient normale. Cependant, la perte d'audition peut devenir irréversible lorsque la personne est exposé à un bruit particulièrement

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

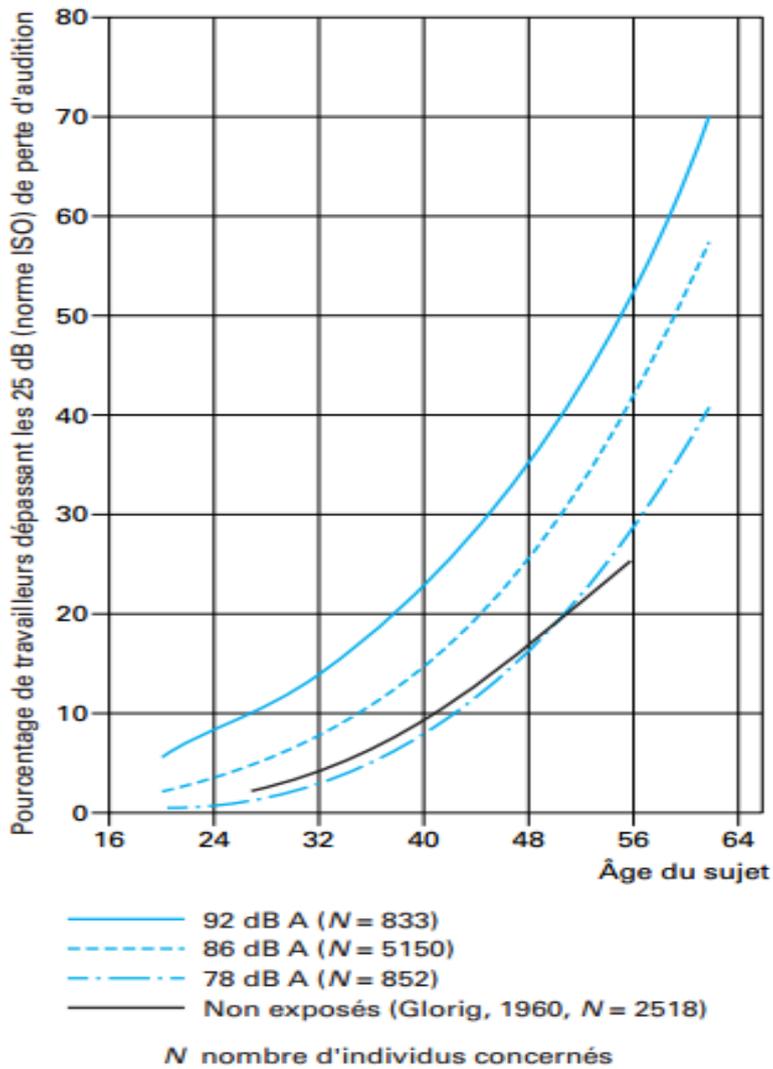
fort (supérieur à 140 dB A) ou à un bruit moins élevés (85 dB A) mais sur durable (plusieurs années).

La perte d'audition est souvent graduelle, d'abord dans les sons aigus, puis elle gagne ensuite les médiums. On estime qu'elle devient définitive après une exposition quotidienne, pendant plusieurs années, à un niveau sonore de 105 dB(A), pendant 5 minutes, ou de 90 dB(A) pendant 2 heures 30 ou encore de 85 dB(A) pendant 8 heures. Les phénomènes de surdités irréversible, qui étaient essentiellement rencontrés en milieu professionnel, se sont développés chez les jeunes depuis quelques années, en raison de l'écoute de musiques amplifiée et de l'utilisation régulière de baladeurs musicaux de forte puissance sonore.

Les principaux facteurs de risque de la surdité irréversible sont les niveaux élevés du bruit et l'écoute prolongées ; les conséquences sont d'autant plus graves sur le plan sanitaires, sociales et économiques, que les personnes atteintes sont jeunes. L'exposition à certains solvants, dits ototoxiques, peut amplifier le phénomène. Par ailleurs, les traumatismes sonores engendrent souvent des acouphènes (sensation de sifflements aigus ou de bourdonnements dans les oreilles en dehors de tous stimuli externes), très invalidantes sur le plan psychique et professionnel. Il est connu de longue date qu'il existe de fortes différences de sensibilité entre les individus.

Devant une surdité dite de perception, qui est irréversible, la chirurgie n'est d'aucun secours. L'appareillage par des prothèses électroniques se contente d'amplifier l'acuité résiduelle, il ne restitue pas la fonction auditive dans son ensemble. Son efficacité reste donc limitée.

La modification du seuil d'audition avec l'âge (presbyacousie) est un phénomène général que l'on retrouve dans toutes les populations. Mais il se trouve être nettement aggravé par l'exposition au bruit. L'acuité auditive varie avec l'âge, le sexe, la fatigue, l'état général et surtout l'exposition au bruit (cf. figures 4 et 5).



Étude portant sur 6 835 travailleurs industriels exposés dans leur profession à des niveaux relativement stables (d'après Baughn, 1972)

Figure 4 : Variation de la perte d'audition selon le niveau d'exposition

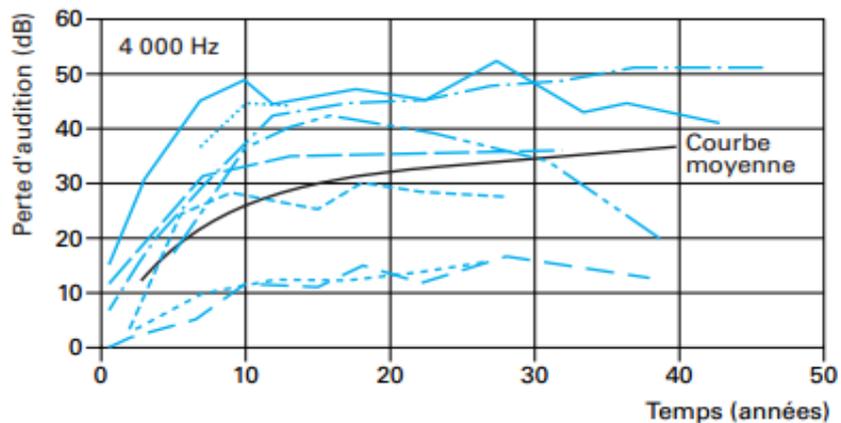


Figure 5 : Perte d'audition moyenne en fonction de la durée d'exposition

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

La perte d'audition peut être temporaire (TTS) ou définitive (PTS). TTS (ou PTS) de l'anglais Temporary (ou Permanent) Threshold Shift est-à-dire : Dérive temporaire (ou définitive) du seuil d'audition.

De façon générale, le phénomène se produit après une exposition à un son de fort niveau ou de longue durée. L'oreille présente une baisse d'acuité localisée dans la région 1 000 à 8 000 Hz (figures 6 et 7).

Dans la plupart des cas, il y a retour à la normale au bout d'un temps qui dépend de la dose de bruit et qui peut varier de quelques minutes à quelques jours. Les références de temps généralement utilisées sont de deux minutes après la fin de l'exposition au bruit. Le TTS mesuré à l'aide de sons purs est dans ce cas appelé TTS_2 . Il est considéré comme effectivement « temporaire » si le retour à la normale s'effectue au cours des 16 heures qui suivent l'exposition.

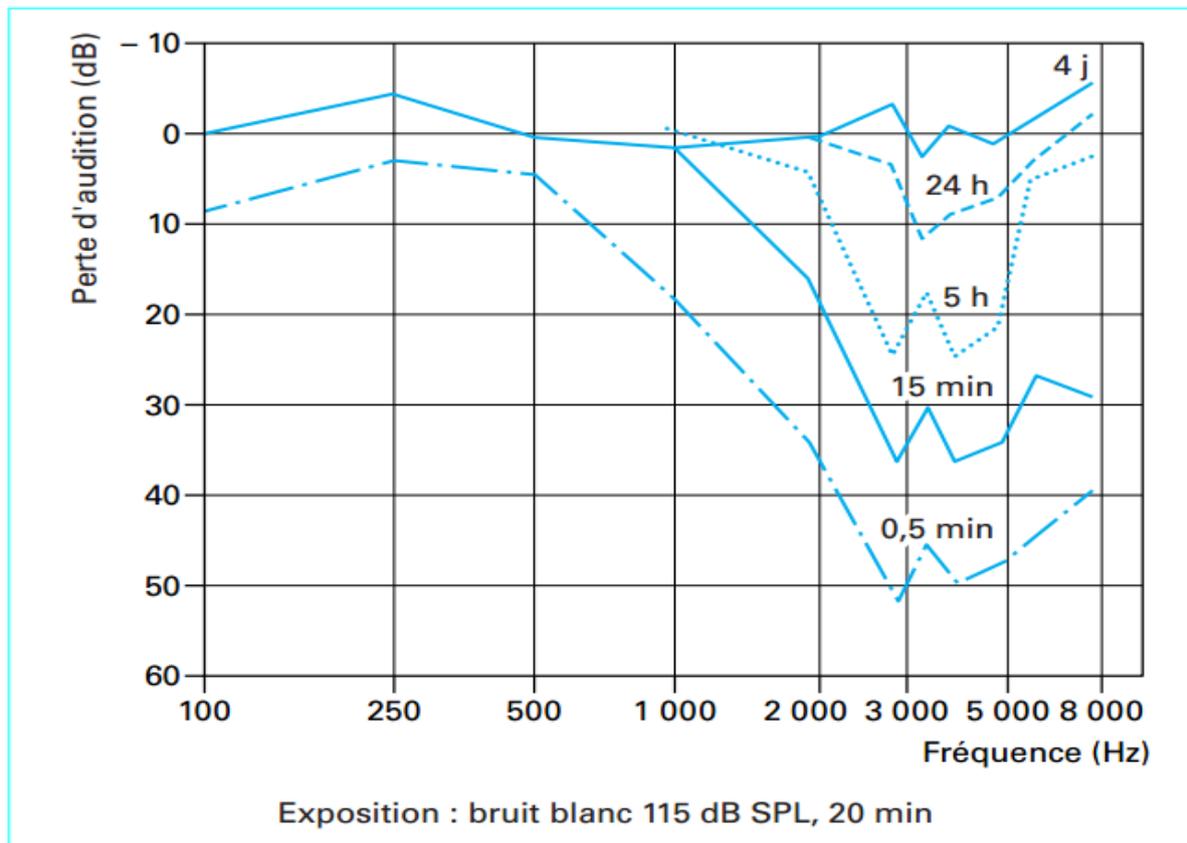


Figure 6 : Perte temporaire d'audition en dB (TTS) en fonction de la fréquence, après une exposition à un bruit blanc de 115 dB pendant 20 minutes

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Afin de différencier le PTS du TTS, la durée nécessaire pour déterminer l'existence d'un PTS a été fixée à : « **un mois après l'exposition à condition que le sujet ne soit pas soumis à un autre bruit entre temps** »

Les déficits temporaires et permanents présentent un certain nombre de similitudes qui intéressent les chercheurs soucieux de trouver des indices permettant de déceler les risques encourus par les sujets trop exposés.

1. Pas de PTS chez les personnes exposées à des niveaux insuffisants pour provoquer un TTS.
2. Apparition du PTS à des niveaux plus intenses provoquant également le TTS.
3. Localisation du maximum du PTS une octave au-dessus du son d'exposition. Même phénomène pour le TTS.
4. Les fréquences les plus touchées par le PTS sont les mêmes que celles du TTS.
5. Les lieux d'apparition des signes de fatigue auditive (TTS) sont les mêmes que ceux des lésions (PTS) : cellules ciliées et cellules de la membrane basilaire.

Toutes ces propriétés font l'objet d'études approfondies destinées à permettre une approche préventive de la susceptibilité individuelle au bruit. Actuellement, la plupart des interprétations sur les mécanismes d'action du bruit s'articulent autour de deux hypothèses tout en sachant qu'aucune d'elles n'a jamais été réellement démontrée :

- l'hypothèse d'égal effet temporaire qui postule l'existence d'une relation entre PTS et TTS et conduit à chercher par tous les moyens à éviter l'exposition aux sons susceptibles de provoquer des TTS trop marqués. La validité d'une telle hypothèse conduirait à des moyens de prévention plus sélectifs, la nocivité spécifique de chaque bruit étant relativement facile à évaluer ;
- l'hypothèse d'égal énergie qui suggère que la perte d'audition est directement proportionnelle à la quantité d'énergie sonore totale reçue par le sujet sur plusieurs décennies.

En réalité d'autres phénomènes peuvent intervenir parmi lesquels on peut citer les variations de la susceptibilité avec l'âge, avec les périodes critiques du développement, les effets de synergie, etc.

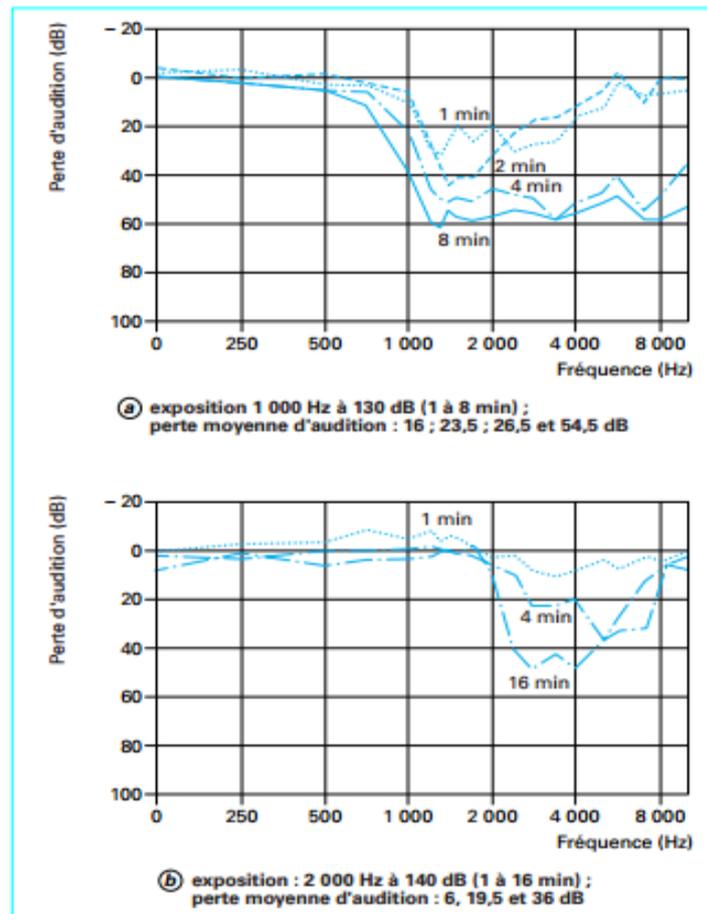


Figure 7 : TTS après exposition à des sons purs

I.7.5. Effets extra auditifs du bruit

Le bruit ne se cantonne pas seulement à des effets sur l'oreille. Il entraîne des réactions qui mettent en jeu l'ensemble de l'organisme sous la forme d'une réaction générale.

Le stress du au bruit est suspecté aussi d'induire des réactions variées de l'organisme : troubles cardiovasculaires, accélération du rythme respiratoire , perturbation du système digestif, du système immunitaire et du système endocrinien , avec une hypersécrétion d'hormonaux est accompagnée d'une détérioration des capacité cognitives de mémorisation et de réalisation de taches complexes.

I.7.6. Les effets immédiats et passagers se caractérisent

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

Par des troubles cardiovasculaires (augmentation du rythme cardiaque et de la tension artérielle), une diminution de l'attention et de la capacité de mémorisation, une agitation et une réduction du champ visuel.

I.7.7. Les effets à long terme

Les effets à long terme du bruit sont durables, mais dans la plupart des cas, ils n'aboutissent pas à des lésions irréversibles. On observe : de la fatigue physique et nerveuse, une insomnie, une boulimie, une hypertension artérielle chronique, de l'anxiété et un comportement dépressif et agressif. Selon des études épidémiologiques, les troubles cardiovasculaires, en particulier l'hypertension, sont plus fréquents chez les travailleurs exposés au bruit, ils ont tendance à augmenter avec l'ancienneté de ces travailleurs à un poste de travail bruyant.

I.7.8. Le bruit et les perturbations du sommeil

Le sommeil a une fonction réparatrice de la fatigue, c'est un élément essentiel de la santé. Le sommeil comporte 4 à 5 cycles de 1h30 à 2h chacun. Le bruit perturbe le cycle du sommeil, et annule donc sa fonction réparatrice.

L'organisation du sommeil peut être déformée pour des niveaux stables de l'ordre de 35 dB(A), sur toute la nuit, il en résulte : des difficultés d'endormissement, un éveil au cours de la nuit, un raccourcissement de certains stades du sommeil, et une dégradation de la qualité du sommeil.

Le sommeil peut être interrompu par des événements acoustiques isolés (avion, camion, train, etc.). A 55 dB, un individu sur deux est réveillé. Si le dormeur est réveillé au milieu d'un cycle, il ne pourra plus se rendormir aussi facilement qu'au début du cycle suivant. Par ailleurs, il faut savoir qu'il n'y a pas d'adaptation physiologique aux bruits répétitifs pendant la nuit. En effet, les expériences ont montré que même si les personnes pensent s'être habituées au bruit pendant leur sommeil, la réactivité cardio-vasculaire persiste.

Nous ne sommes pas égaux devant les risques auditifs

Certaines personnes possèdent une vulnérabilité auditive particulière. Celle-ci est liée :

- à l'état de santé générale : état cardio-vasculaire, diabète, hypertension, état neuropsychique ; l'âge est également un facteur de fragilité cochléaire ;

Chapitre I : les risques sanitaires liés au bruit

- ou à l'état local de l'appareil auditif : des malformations héréditaires, des antécédents de traumatisme crânien, la prise de certains médicaments (aspirines, diurétiques, anti-tumoraux, certaines antibiotiques, aminosides, etc.), l'exposition professionnelle à certains produits (solvants aromatiques), des antécédents d'otites, etc.

Les personnes ayant une vulnérabilités particulière, ou celles qui sont malades , fatiguées ou sous l'influences d'alcool, de drogue, de médicaments, doivent davantage protéger leur audition.

I.7.9. Répercussions du bruit chez l'enfant

Dans leurs premières années de vie, les enfants sont particulièrement vulnérables à une exposition chronique et intense au bruit. Celle-ci influe négativement sur leur développement .cette exposition se manifeste par des déficits d'attention et de concentration, par une concentration, par une capacité de lecture réduite et, plus généralement, par un retard de développement des facultés intellectuelles. De tels enfants sont moins bien armés dans la perspective de leur formation scolaire et professionnelle.

I.8. Le bruit un problème de société

A l'exposition de certaines zones plus ou moins privilégiées, la culture urbain de notre siècle est désormais **une culture du bruit**, et la réduction globale des nuisances acoustiques devrait, au cours de ce troisième millénaire, figurer au nombre des toutes premières priorités.

La population est encore malheureusement peu sensibilisée au problème bruit. Il faudrait créer une « éducation acoustique » de la population, dans les établissements scolaires et par des programmes de sensibilisation dans la presse, sur les ondes et à la télévision, afin de faire admettre le bruit non pas seulement comme un problème individuel, mais ceux qui paient pour se protéger contre le bruit ne sont généralement pas ceux qui causent le bruit, mais ceux qui en pâtissent. Contre le bruit, on ne paye pas seulement avec sa santé, on paie aussi financièrement, en achetant les médicaments pour lutter le stress, en installant des doubles fenêtres, en payant plus cher les logements situés dans des zones de résidences tranquilles.

I.9. Actions de maitrises du bruit

La lutte contre le bruit passe au premier plan par la limitation des niveaux d'émissions des principales sources, partout ou cela est possible, par l'adoption de dispositions adaptées

d'urbanisme, de construction et d'implantation des infrastructures et de pose d'équipement d'isolation phonique.

I.10. Prévention des effets auditifs du bruit

Le seuil de la douleur auditive (120 décibels) est supérieur au seuil de danger (85 décibels) ; pour cette raison, il faut adopter un comportement préventif, dès que l'on se trouve exposé à plus de 85 décibels. A titre indicatif, tant que le niveau sonore permet de tenir une conversation, le niveau est inférieur à 85 décibels. S'il est nécessaire de crier pour ce faire comprendre, l'exposition sonore peut présenter un danger pour l'audition.

Les établissements recevant du public (salles diffusant à titre habituel de la musique amplifiée par exemple) sont tenus d'effectuer une étude d'impact des nuisances sonores et de respecter les limites suivantes : 105 dB(A) en niveau moyen et 120 dB en niveau de crête . Ces limitations apparaissent aujourd'hui insuffisantes au regard des risques sanitaires.

L'incitation, l'information, l'éducation de tous les acteurs de la vie publiques et sociale et des populations sont des éléments essentiels des actions anti bruit. Elles doivent être accompagnées par une plus large diffusion d'informations.

Chapitre II

**Les caractéristiques
acoustiques des bruits
industriels**

Introduction

L'acoustique se définit comme « *la science qui étudie les propriétés des vibrations des particules d'un milieu susceptibles d'engendrer des sons, infrasons et ultrasons, de les propager et de les faire percevoir* » [18]. Appliquée à l'étude du bruit industriel, l'acoustique rassemble les phénomènes physiques se déroulant depuis l'émission du bruit par les différentes sources sonores jusqu'à la réception de celui-ci en des points donnés en passant par la propagation du son. Si l'appréciation du bruit ne peut se faire qu'au niveau d'un récepteur, il est néanmoins justifié dans le cadre de cette mémoire de se concentrer uniquement sur l'étude de l'émission du bruit à la source.

Étude acoustique du bruit généré par les unités industrielles requiert un certain nombre de connaissances en acoustique concernant le phénomène physique en lui-même et la détermination des différentes sources de bruit.

II.1 Notions d'acoustique [19]

Ce paragraphe, présente les éléments nécessaires pour comprendre la nature du bruit et les différents indicateurs utilisés pour le mesurer.

II.1.1. Phénomène physique

Le milieu atmosphérique en équilibre stable est caractérisé par sa température T_0 , sa masse volumique ρ_0 et la pression atmosphérique P_0 . Divers phénomènes - en particulier les vibrations des corps solides - peuvent provoquer des fluctuations de ces quantités accompagnées d'une propagation dans l'atmosphère. Ce sont les rapides variations de la pression captées par l'oreille qui engendrent la sensation sonore. Si $P(t)$ est la pression instantanée et P_0 la pression atmosphérique moyenne, la différence $p(t) = P(t) - P_0$ [Pa] est appelée pression acoustique instantanée.

L'analyse de ce signal $p(t)$ peut se faire au moyen d'une transformée de Fourier, afin d'obtenir la répartition en fréquence. Il existe plusieurs cas de figure :

- a) Si le spectre fréquentiel se réduit à une seule valeur f , le son est dit pur. La variation de la pression acoustique au cours du temps est alors sinusoïdale. La fréquence f [Hz] donne la hauteur du son perçu (grave ou aigu). L'amplitude P_{\max} , caractérise en fonction de la fréquence f l'intensité du son (faible ou forte).
- b) Si le spectre fréquentiel n'est composé que de multiples entiers d'une fréquence f_1 , le son résultant est un son musical. La fréquence f_1 est appelée fondamentale et ses multiples harmoniques.

- c) Le bruit, quant à lui, ne possède pas la simplicité des sons purs ou musicaux. Il se définit comme « *une vibration erratique, intermittente ou statistiquement aléatoire* ». Il est donc caractérisé par une variation aléatoire de $p(t)$, ce qui donne un spectre fréquentiel continu et variable [20].

L'analyse fine du bruit généré par les unités industrielles peut donc s'assimiler à une analyse de signal. Parmi l'ensemble des caractéristiques de ce signal, l'intensité est le caractère synthétique le mieux corrélé aux nuisances engendrées.

Afin de prouver que le bruit est caractérisé par une variation aléatoire de signale $p(t)$, nous avons réalisé une expérience assez simple au niveau de laboratoire des travaux pratiques de physique à l'université d'Oran1 (IGMO) à l'aide d'une sonomètre, d'un oscilloscope, et d'un microordinateur et nous avons suivi le protocole expérimental suivante :

1. On a relié le microphone du sonomètre à un oscilloscope par deux fils (un câble coaxiale + un câble du son) permettant de visualiser le signale du bruit ambiant du laboratoire qui est **un signal aléatoire**. La figure ci-dessous illustre le montage réalisé et le signal du bruit obtenu.



Figure 1 : Montage de caractérisation du signal de bruit

2. Pour faire la différence entre un son pur et un bruit on a utilisé un microordinateur pour générer le son pur et on l'a relié directement à oscilloscope pour voir le signale de son pur qui est **un signal sinusoïdale**. La figure ci-dessous illustre la manipulation effectuée et le signale du son obtenu :



Figure 2 : Montage de la caractérisation du signal de son

II.1.2. Intensité acoustique (le watt par mètre carré (w/m^2)) [21]

Le watt par mètre carré est l'intensité acoustique définie par la quantité d'énergie qui traverse à chaque seconde une unité de surface normale à direction de propagation.

L'intensité acoustique est proportionnelle :

- A la densité des matériaux ou passe l'onde
- A la vitesse de propagation dans ce matériaux et proportionnelle au carré :
- A l'amplitude et à la fréquence.

Dans les gaz (l'air par exemple), la densité est faible et la vitesse de propagation n'est pas très élevée, il est donc nécessaire de provoquer des vibrations de grande amplitude.

Dans un liquide ou un solide, de très petite amplitude ($1/10000$ mm) suffisent en haute fréquence pour obtenir des intensités très importantes.

Tous les sons donnent une sensation auditive que si leur fréquence est comprise entre 20 et 20000 Hz. Mais l'oreille n'est pas également sensible à toutes les fréquences. Sa réponse maximale entre 1000 et 2000 Hz, et elle diminue lorsqu'on approche des limites du domaine d'audibilité.

- Un son de 25 Hz ou de 18000 Hz doit donc pour être perçu, être beaucoup plus intense qu'un son de 1000Hz. On a coutume de représenter la zone d'audibilité de l'oreille humaine sur un graphique portant en axe horizontale les fréquences, et en axe verticale les intensités acoustiques.
- On limite l'aire de sensibilité du côté des puissances supérieures par ce que l'on nomme le seuil de la douleur au-delà duquel, et lorsque le son est audible, il provoque des sensation pénible au niveau des tympan, à la sensibilité maximale (1000Hz). L'intensité la plus faible susceptible d'être perçu est de 10^{-12} watt / m^2 ,

et pour cette même fréquence le seuil de la douleur est atteint si la puissance acoustiques dépasse 1 watt/m^2 .

- Le rapport des intensités maximales et minimales perçu est donc de 10^{-12} . On établit alors une échelle logarithmique de niveau relative d'intensité dont l'unité est Bel.
- L'atténuation d'intensité d entre l'intensité I et I_0 est définie par $d = \log \frac{I}{I_0}$

Le niveau de pression sonore ou niveau acoustique est donc définie comme le logarithme de la pression ou de l'intensité de l'onde acoustique. Pour la définition du décibel acoustique, le niveau de référence est le seuil d'audibilité à 1000Hz, pour lequel l'intensité acoustique est de $I_0 = 10^{-12} \text{ w/m}^2$ intensité qui correspond à une variation de pression $p_0 = 2.10^{-5} \text{ Pa}$. Un facteur 10 multiplie le logarithme pour obtenir des décibels. Le niveau de décibel sera donc :

$$10 \text{ décibel} = \text{Bel}$$

$$n \text{ décibel} = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

II.1.3. Perception du bruit

La pression acoustique instantanée correspond au signal « brut » reçu en un point. Elle ne tient pas compte de la sensibilité de l'oreille qui est différente pour chaque fréquence. Pour tenir compte de la physiologie de l'oreille, des facteurs de pondération ont été introduits par bandes de fréquences. Quatre principaux types de filtres (A, B, C ou D) existent pour transformer un signal $p(t)$ en un signal $pX(t)$ rendant compte de ce phénomène (Figure ci-dessous).

Le choix de la pondération dépend de la source sonore à analyser. Par exemple, le filtre D est utilisé pour étudier le bruit des avions. En ce qui concerne la gêne due au bruit routier, le filtre A est conventionnellement appliqué.

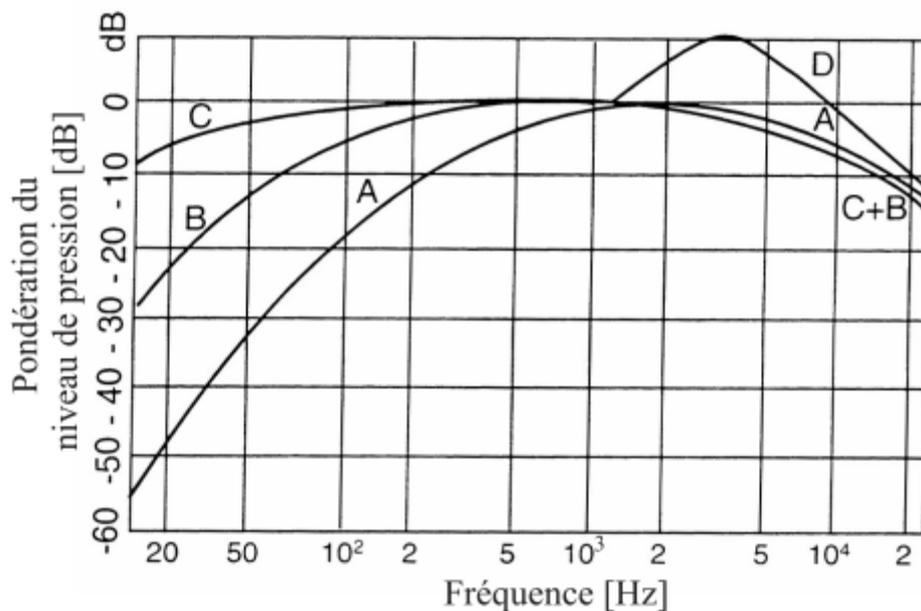


Figure 3 : Caractérisation spectrale des différentes pondérations

II.2. Les bruits industriels et leurs caractéristiques acoustiques

II.2.1. Définition

Comme l'a défini la Directive européenne 2002/49/CE [22], le terme « *bruit industriel* » est associé à la source sonore responsable de son émission : le bruit industriel est donc le bruit « *provenant de sites d'activité industrielle* ». Il comprend donc les bruits d'installations industrielles tels que les bruits de ventilation, de diverses machines, et de transformateurs par exemple.

Les sources de bruit industrielles étant diverses et variées, il en résulte qu'il existe une grande variété de bruits industriels présentant des caractéristiques spectrales diverses et variées, tels que des bruits basses fréquences, des bruits à caractère tonal ou des bruits impulsionnels. Le bruit émis par une installation industrielle est généralement de nature complexe.

Un site industriel est un système complexe car il intègre différents facteurs à prendre en compte [23], notamment :

- il existe une grande diversité de sources de bruits industriels.
- plusieurs sources de bruit sont présentes sur un même site industriel et se combinent en induisant des bruits complexes émis dans l'environnement.
- certaines sources sont permanentes (fonctionnant 24h/24) et émergent fortement la nuit à cause d'une diminution des autres activités.

- des changements d'exposition au bruit peuvent apparaître suivant le déclenchement de certaines sources et/ou l'extinction d'autres sources.
- d'autres bruits d'origine industrielle peuvent également se distinguer par des caractères impulsionnels.
- les bruits à tonalité marquée sont souvent présents sur un site industriel.
- des modifications spectrales dues à la propagation du bruit entre la source et l'habitation sont à considérer, intégrant les effets météorologiques.

II.2.2. Caractéristiques du bruit industriel [24]

Le bruit industriel est caractérisé par trois caractéristiques (caractère basses fréquences, tonal et impulsionnel). La norme ISO 1996-1 porte sur la description des bruits de l'environnement.

La majorité des publications de la littérature concernent une classe de bruits donnée, comme les bruits basses fréquences, ou à caractère tonal. Un faible nombre des études recensées adoptent une approche plus globale des bruits industriels.

Notre but n'est pas ici de détailler les différents indicateurs relatifs à une caractéristique donnée, mais simplement de présenter succinctement les connaissances actuelles sur certains facteurs acoustiques pouvant caractériser les bruits industriels.

II.2.2.1. Aspect basses fréquences [24]

Le bruit bas fréquences est un bruit qui englobe les fréquences comprises entre 10 et 160 Hz, voire entre 8 et 250 Hz. Si les basses fréquences sont très présentes dans l'environnement sonore urbain (et notamment dans le bruit de fond urbain, l'aspect basses fréquences peut être également une caractéristique de certains bruits industriels.

Nombre de sources industrielles émettent en effet des bruits avec une forte énergie en basses fréquences, comme : les turbines à gaz de centrales électriques les presses hydrauliques, les générateurs électriques, des stations de pompage, des systèmes de ventilation et des compresseurs, etc.

II.2.2.2. Caractère tonal :

D'après la norme [ISO 1996-1, 2003], un bruit à caractère tonal est un « *bruit caractérisé par une composante à fréquence unique ou des composantes à bande étroite qui émergent de façon audible du bruit ambiant* ». De nombreuses machines industrielles émettent un bruit à caractère tonal, en particulier les tuyauteries et les machines basées sur un mouvement rotatif.

II.2.2.3. Caractère impulsionnel [25et26]

D'après les normes françaises NF S31-010 (NF S31-010, 1996) et NF S31-110 (NF S31-110, 2008), un bruit impulsionnel est un « *bruit consistant en une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique ayant chacune une durée inférieure à 1 s ou de l'ordre de 1 s et séparées par des intervalles de temps de durées supérieures à 0,2 s* ».

Certaines sources industrielles présentent un caractère impulsionnel. Citons par exemple les soupapes effectuant des lâchers de vapeur, les bruits d'explosion, les presses hydrauliques, etc.

II.3. Phénomènes intervenant dans la propagation acoustique en milieu extérieur [27]:

Dans cette partie de chapitre, nous présenterons d'abord, dans le cadre de l'acoustique linéaire, les phénomènes intervenant dans la propagation acoustique en milieu extérieur.

La détermination du champ de pression acoustique dépend de plusieurs paramètres liés aux caractéristiques du milieu de propagation (atmosphère), aux conditions aux frontières (sol, diffraction), aux caractéristiques physiques de la source ainsi qu'à la configuration géométrique (position de la source et du récepteur, infrastructure de transport terrestre). Le niveau de pression L_p est donc calculé en considérant la somme des atténuations dues à la divergence géométrique Att_{div} , l'absorption de l'atmosphère et des matériaux Att_{abs} , la diffraction par les obstacles Att_{dif} , l'effet de sol Att_{sol} et l'atténuation due aux effets météorologiques $Att_{météo}$ [1]:

$$L_p = L_w - Att_{div} - Att_{abs} - Att_{dif} - Att_{sol} - Att_{météo}$$

Où L_w est le niveau de puissance acoustique de la source sonore.

II.3.1. Divergence géométrique

Le premier phénomène intervenant dans la propagation en milieu extérieur est dû à la dispersion de l'énergie des ondes acoustiques en fonction de la distance de propagation ; on parle alors de la divergence géométrique. Pour une source ponctuelle, l'atténuation par divergence géométrique est de 6 dB par doublement de la distance. Lorsque la source est linéique, la diminution de niveau de pression est de 3 dB par doublement.

II.3.2. Absorption atmosphérique

L'absorption atmosphérique est un facteur influençant la propagation acoustique en milieu extérieur, surtout pour les longues distances de propagation. Elle englobe les effets de viscosité du fluide, la diffusion thermique et les échanges d'énergie entre les molécules.

Lorsque l'onde sonore traverse l'air, l'atténuation de pression acoustique est proportionnelle à la distance parcourue, au spectre de la source, à un coefficient dépendant de la fréquence, de la température de l'air et l'humidité relative.

L'absorption atmosphérique peut être négligée pour des distances inférieures à une centaine de mètres et pour des fréquences comprises entre une dizaine et quelques centaines de Hz. D'autre part, lorsque les résultats sont donnés sous forme de perte par insertion, l'effet de l'absorption atmosphérique est alors d'autant plus négligeable. La figure ci-dessous présente la variation du coefficient d'absorption du son, pour l'air à 15°C et pour deux valeurs d'humidité relative, en fonction de la fréquence entiers d'octave.

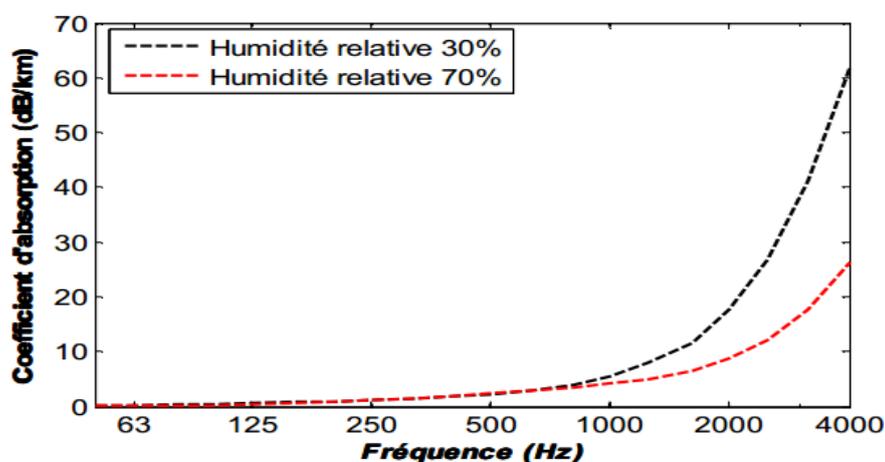


Figure 4 : Variation de l'absorption atmosphérique en fonction de la fréquence pour deux valeurs d'humidité relative 30 % et 70 % à une température de 15°C.

II.3.3. Absorption par les matériaux :

L'absorption des matériaux est également un paramètre important. 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:

$$Z_n = \frac{Z_1}{Z_0}$$

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

II.3.4. Effets météorologiques [28] :

- **Les facteurs thermiques :** les échanges thermiques entre le sol et les couches basses de l'atmosphère conduisent à une variation de la température de l'air en fonction de la hauteur au-dessus du sol, et donc à une variation de la vitesse du son. Cette dernière augmente avec la température de l'air.

- **Les facteurs aérodynamiques** : dans une situation donnée, la vitesse du son en présence de vent correspond à la somme algébrique de la vitesse du son en l'absence de vent et de la projection du vecteur vent sur la direction de propagation considérée. La vitesse de propagation du son présente un gradient dans le sens vertical (la vitesse du vent est toujours plus élevée en hauteur qu'au niveau du sol).

Chapitre III

Réglementations de bruit au niveau international

III. Réglementations de bruit au niveau international

Introduction :

Face à un monde de plus en plus industrialisé, générateur de nuisances et de pollutions multiples, le bruit est ressenti comme une nuisance majeure par l'individu en tant que citoyen, travailleur ou consommateur [1]. Les législations et les critères liés à limitation des niveaux d'exposition de bruit ont été développés en 1965 par l'Académie Américaine des sciences et le Conseil de la recherche, Comité sur l'ouïe, la bioacoustique et la biomécanique ou CHABA [2], dans ce chapitre on va présenter les différents critères et réglementation qui traite le bruit d'une manière directe au indirecte au niveau algérienne et au niveau mondiale. Comme l'Algérie est considérée comme un pays en voie de développement, nous avons comparé la réglementation algérienne relative à la limitation de bruit avec celle promulguée par deux autre pays en voie de développement. Nous avons donc pris l'exemple de la Turquie et Taiwan.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous allons discuter aussi les différentes normes de mesure de bruit industriel qui sont principalement établies pour les études acoustiques de bruit industriel. L'acoustique se définit comme « *la science qui étudie les propriétés des vibrations des particules d'un milieu susceptibles d'engendrer des sons, infrasons et ultrasons, de les propager et de les faire percevoir* » [3]. Appliquée à l'étude du bruit industriel, l'acoustique rassemble les phénomènes physiques se déroulant depuis l'émission du bruit par les différentes sources sonores jusqu'à la réception de celui-ci en des points donnés en passant par la propagation du son.

III.1. Les réglementations de bruit au niveau international

III.1.1. Au niveau américain :

Le règlement de l'Occupational Safety and Health administration (OSHA), fixait les doses de bruit autorisées en fonction du temps d'exposition suivant les chiffres figurant au tableau 1.

Selon les critères de l'OSHA, 1983 [4], l'exposition continue à des niveaux de bruit supérieurs à 115 dB(A) n'est pas autorisée pour n'importe quelle durée d'exposition. Le niveau d'action ou le niveau d'exposition au bruit auquel des mesures de protection de l'ouïe doivent être appliqué a été fixé à 85 dB(A). La limite supérieure pour l'exposition au bruit impulsif a été fixée à 140 dB(A).

Chapitre III: Réglementations et Normes de mesures

Le niveau de bruit autorisé pour différents temps d'exposition T est déterminé par la relation suivante [5] :

$$L_A = 85 + \frac{5 \log_{10}(16/T)}{\log_{10}(2)} \quad dB(A) \quad (\text{pour } T \leq 16 \text{ Heurs})$$

La durée d'exposition autorisée pour un niveau de bruit continu L_A est déterminée par la relation suivante [5] :

$$T = \frac{16}{2^{(L_A-85)/5}} \quad (\text{pour } 85 \text{ dB(A)} \leq L_A \leq 115 \text{ dB(A)})$$

Le tableau ci-dessous représente les différentes durées d'exposition qui correspondent aux différents niveaux de bruit fixés par l'OSHA :

Tableau III.1: Les limites de durées d'exposition autorisées par OSHA [6-7]

niveau de bruit : dB(A)	durée d'exposition à ne pas dépasser
82	16 heures
83	12 heures, 42 minutes
84	10 heures, 5 minutes
85	8 heures
86	6 heures, 21 minutes
87	5 heures, 2 minutes
88	4 heures
89	3 heures, 10 minutes
90	2 heures, 31 minutes
91	2 heures
92	1 heure, 35 minutes
93	1 heure, 35 minutes
94	1 heure
95	49 minutes
96	38 minutes
97	30 minutes
102	9 minutes
103	7 minutes
104	6 minutes
105	5 minutes
106	4 minutes
107	3 minutes
108	2 minutes
109	2 minutes
110	1 minutes

Lorsque l'exposition quotidienne au bruit est composée de deux ou plusieurs périodes d'exposition au bruit à différents niveaux. L'expression suivante est utilisée pour déterminer la dose d'exposition au bruit (NED) pour les situations dans lesquelles le niveau de bruit varie pendant la période de travail de l'expression suivante [5]:

$$NED = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \dots \dots \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Les quantités C_1, C_2, \dots , sont le temps total d'exposition aux niveaux de bruit L_{A1}, L_{A2}, \dots , en heures par jour. Les quantités T_1, T_2, \dots , sont les temps d'exposition total autorisés aux niveaux de bruit L_{A1}, L_{A2}, \dots . Pour les niveaux de bruit $LA < 85 \text{ dB(A)}$, $T = \infty$; Pour les niveaux de bruit $LA > 115 \text{ dB(A)}$, $T = 0$. Si la dose d'exposition au bruit dépasse 1,00, l'exposition au bruit des employés dépasse les limites de l'OSHA [2, 4-5, 8].

III.1.2. Aux niveaux européens [9-10] :

Les États membres de l'Union européenne ont jusqu'au 15 février 2006 pour mettre en œuvre les dispositions législatives, réglementaires et administratives assurant leur conformité à la directive 2003/10/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit).

La nouvelle directive 2003/10/CE abrogera la directive 86/188/CEE à dater du 15 février 2006, échéance fixée pour la transposition de la nouvelle directive. La nouvelle directive sur le bruit se caractérise par la volonté d'instaurer une stratégie de prévention claire, cohérente et capable de protéger la sécurité et la santé des travailleurs exposés au bruit.

Dans le but d'éviter tout dommage irréversible à l'ouïe des travailleurs, la directive prévoit des valeurs limites d'exposition de 87 dB(A) et de pression acoustique de crête de 200 Pa, au-delà desquelles aucun travailleur ne doit être exposé [11]. La directive fixe également des valeurs d'exposition supérieures et inférieures déclenchant l'action 85 dB(A) (et 140 Pa) et 80 dB(A) (et 112 Pa) respectivement, qui déterminent le moment où des mesures préventives doivent être prises afin de réduire les risques pour les travailleurs. Il est important de souligner que, pour l'application des valeurs limites d'exposition, la détermination de l'exposition effective prendra en compte l'atténuation assurée par le port de protecteurs auditifs personnels. Les valeurs d'exposition déclenchant l'action ne tiendront pas compte, pour leur part, de l'effet de l'utilisation de ces protecteurs.

Tableau III.2 : Comparaison de la réglementation 1988 et de la Directive 2003/10/CE [12]

Principales incidences	Décret du 21 avril 1988	2003/10/CE Directive
1^{er} niveau déclenchant l'action : Protections auditives à disposition Surveillance médicale spéciale Plan d'action de réduction du bruit	$L_{ex,8h}$, 85 dB(A) $P_{crête}$ 135 dB(C)	$L_{ex,8h}$, 80 dB(A) $P_{crête}$ 135 dB(C)
2^{ème} niveau déclenchant l'action : Port des protections auditives obligatoire Surveillance médicale spéciale Plan d'action de réduction du bruit	$L_{ex,8h}$, 90 dB(A) $P_{crête}$ 140 dB(C)	$L_{ex,8h}$, 85 dB(A) $P_{crête}$ 137 dB(C)

III.1.3. Au niveau de Taiwan :

Selon les « Normes de contrôle du bruit » émises par TWEPA, chaque zone de contrôle a des réglementations différentes pour différentes périodes. En outre, les différences dans les intervalles de classification du bruit entre les zones adjacentes de contrôle du bruit ne peuvent pas dépasser un niveau de classe. Par exemple, les zones adjacentes aux zones de contrôle du bruit de classe 2 doivent être des zones de contrôle de classe 1 ou de classe 3. La Figue. 3, montre la répartition spatiale des zones de contrôle du bruit dans la ville de Tainan. Le tableau 1 démontre les niveaux de bruit maximaux autorisés par les normes de contrôle du bruit. [13]

Classe 1: Pour les zones qui ont besoin d'un environnement très calme

Classe 2: les zones qui, pour une utilisation résidentielle, sont principalement

Classe 3: Zones résidentielles et commerciales zones mixtes ou résidentielles et industrielles mixtes

Classe 4: zone industrielle

Tableau:III.3 Les niveaux de bruit admissible autorisé par la réglementation taiwanique

zone de contrôle	matin (dB)	après-midi (dB)	soirée (dB)
le niveau de bruit admissible pour la zone de contrôle class 1	45	50	40
le niveau de bruit admissible pour la zone de contrôle class 2	55	60	50
le niveau de bruit admissible pour la zone de contrôle class 3	60	65	55
le niveau de bruit admissible pour la zone de contrôle class 4	70	75	65

III.1.4. Au niveau de la Turquie :

Chapitre III: Réglementations et Normes de mesures

Le Règlement sur le bruit environnemental turc a défini des limites de bruit pour les zones industrielles [14-15] :

Tableau III.4 : Les niveaux de bruit admissible autorisé par la réglementation turkiche

source de bruit	Classe	L _{Matin} dB(A)	L _{soirée} dB(A)	L _{nuits} dB(A)
Routes	1	65	60	55
	2	68	63	58
	3	70	65	60
	4	72	67	62
Routes	1	60	55	50
	2	63	58	53
	3	65	60	55
	4	67	62	57
<u>réseau ferroviaire</u>	1,2,3,4	65	60	55
IDUSTRIEL	1	60	55	50
	2	65	60	55
	3	68	63	58
	4	70	65	60
aéronef (majorité aéroport)	1	65	60	55
	2	68	63	58
	3	72	67	62
	4	75	70	65
aéronef (autre)	1	63	58	53
	2	65	60	55
	3	67	62	57
	4	70	65	60

III.1.5. Les réglementations algériennes :

Pour mieux appréhender le niveau du bruit dans notre complexe nous avons jugé utile de cerner le bruit au point de vue réglementation afin d'avoir un aperçu des textes législatifs qui traitent le bruit de manière direct ou indirect. On peut distinguer trois étapes dans ce processus :

- 1-Période post –coloniale de 1962 à 1966.
- 2-Période des grandes réalisations industrielles de 1967 à 1984.
- 3-Période de crise sur les effets et les retombées de l'industrialisation à partir de 1985.

La question du bruit a été traitée très évasivement au sens du code pénal durant la période avant 1967, à partir de 1983 une autre forme de lutte a été appréhendée par une loi régissant les accidents de travail et les maladies professionnelles, c'est la loi n°83-13 du 02/11/1983.

Cette loi a donné naissance par la suite de la même année du tableau n°42 qui liste la durée d'exposition et les travaux susceptibles de provoquer des maladies professionnelles.

Le bruit est reconnu comme une nuisance susceptible de provoquer une maladie professionnelle qu'il faut réparer.

En 1986 le ministère de la santé adresse à ces structures ainsi qu'aux collectivités locales une série de textes relatifs aux normes internationales concernant l'exposition des travailleurs et les mesures à prendre par les médecins de travail.

Ensuite il y a eu le décret n° 01/01 du 19/01/1991 ainsi que le décret n°93-120 du 15/05/1993 qui régissent la protection en matière d'hygiène et de sécurité ainsi que les prérogatives et le rôle du médecin de travail

Le bruit affecte non seulement la qualité de la vie, mais également la santé des citoyens à partir de certains seuils de volumes sonores [16]. Le décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 réglemente l'émission des bruits. L'article 2 stipule que « *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 (22h à 6 h)* » [17].

D'autre part l'article 3 précise : « 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 (6h à 22h) et de 40 décibels (dB) en période nocturne (22h à 6h) ».

Les articles qui restent (de article 4 jusqu'à 14) sont juste destinés pour :

- ✓ Obliger les personnes de n'est pas dépasser les seuils recommandé (c'est le cas de l'article 4)
- ✓ Recommander de prendre des insonorisations, des aménagements appropriés, ou des dispositifs d'atténuateur de bruit lorsqu'ils sont utilisés à moins de 50 m des locaux à usage d'habitation ou des lieux de travail (c'est le cas de l'article 6 et 9)
- ✓ Les derniers articles sont destinés pour l'interdiction de toute source de bruit générer par la réparation des véhicules, motorcycle, etc., ou bien générer par les animaux dans les lieux publics.

Selon cette réglementation, les autorités algériennes luttent contre les émissions sonores supérieures aux valeurs limites indiquées et ils considèrent les dépassements 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.

III.2. Normes de mesures de bruit industriel

Il existe trois méthodes de mesures normalisé qui souvent utilisé pour le cas de bruit des machines, notamment industriel lesquels :

- A. Mesure en champ libre
- B. Mesure en champ diffus,
- C. Mesure par Intensimétrie

III.2.A. Mesure en champ libre : le champ libre c'est un champ qui est caractérisé par l'absence de tous obstacles susceptibles de modifier le rayonnement de la source [18],c'est à dire que l'intensité sonore ne provient que par le seul trajet direct source-récepteur [19].

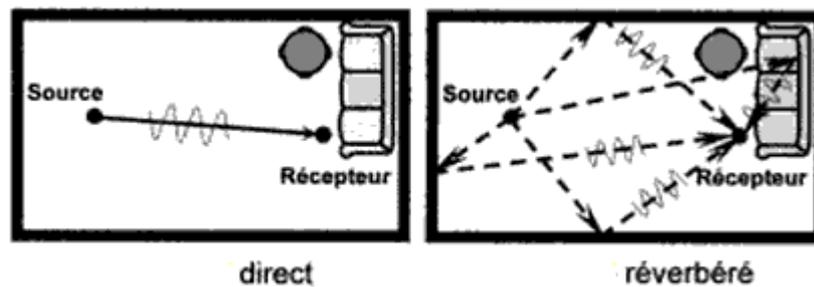


Figure III.1: la propagation de bruit dans un champ libre et réverbéré [19]

Le champ libre s'étend jusqu'à une distance déterminée de la source appelée rayon acoustique où commence le champ diffus dans lequel le son directe et le son réfléchi par les surfaces délimitantes se superposent [20]. Généralement, le champ libre est rarement rencontré en réalité car il y a presque toujours des certains types de réflexion même dans les niveaux bas [21].

La mesure en champ libre, décrite dans la norme **Iso 3744** de novembre, **1995**, la méthode en champ libre est très largement utilisée car elle ne nécessite pas de moyens de mesure trop sophistiqués, ni d'environnement trop particulier. A l'inverse de la chambre réverbérante, le champ libre se caractérise par l'absence de réflexion des ondes. Ceci impose de se trouver dans un espace ouvert (milieu extérieur, grand hall) ou dans une chambre anéchoïque qui absorbe les ondes. En pratique, à l'aide d'un microphone, on mesure la pression acoustique en différents points d'une surface fictive qui enveloppe la machine.

En connaissant cette surface, il est possible de calculer la puissance acoustique. La norme propose deux types de surface. Une surface hémisphérique avec 10 points de mesure ou une surface parallélépipédique avec 9 points de mesure positionnés sur deux plans parallèles. La norme préconise cette dernière pour des sources de petite taille. Les sources hémisphériques sont plutôt conseillées sur des grosses machines, notamment dans le domaine du conditionnement d'air. Si les conditions de mesure ne sont pas parfaitement anéchoïques, une partie du bruit généré par la source est réfléchi par des obstacles et se superpose au niveau du micro. Ce dernier ne sait pas discriminer les deux composantes. On peut toutefois corriger en mesurant la pression acoustique d'une source de référence dont on connaît la pression intrinsèque [22].

III.2.B. Mesure en champ diffus :

Dans un champ diffus le niveau sonore ne dépend plus de la distance à la source [23], la mesure de bruit se fait en chambre réverbérante qui est une pièce ou une cavité métallique fermée de dimensions supérieures à quelques longueurs d'ondes sur sa gamme fréquentielle d'utilisation [24] , L'essai est réalisé dans une pièce ou une enceinte dont les parois réfléchissent la quasi-totalité de l'onde. Ainsi, toute l'énergie incidente est restituée. Le récepteur reçoit des rayons qui proviennent statistiquement d'un peu partout. L'avantage du champ diffus est que le niveau acoustique est identique en tout point de l'espace. Un faible nombre de points de mesure suffira donc à caractériser correctement le champ acoustique. La méthode est rapide. Le niveau de puissance (en dB) est égal au niveau de pression (en dB) auquel s'ajoute un terme caractéristique de la salle mais indépendant de la distance entre la source et le récepteur (à condition que le microphone ne soit pas trop près de la source). La norme décrit les caractéristiques de la chambre (son volume en fonction du niveau sonore), le coefficient d'absorption des parois ($\alpha < 0,006$, avec $0 < \alpha < 1$, une chambre en béton peut répondre à ce critère), le nombre de microphones... Cette méthode est particulièrement fine et précise mais elle nécessite des moyens assez lourds [25].

III.2.C. La mesure par intensimétrie : La mesure par intensimétrie est née à la fin des années 1970, notamment grâce à Pavić et Fahy. Elle est maintenant l'objet de normes ISO [106, 108, 110]. C'est une des solutions les plus intéressantes pour étudier les problèmes de rayonnement de structure comme le cas que nous examinons dans cette étude. Le principe est simple : évaluer la densité de flux de puissance acoustique, appelée intensité acoustique, qui accompagne la propagation de l'onde sonore pour déduire la puissance acoustique totale rayonnée par la structure [26].

III.2.C.1. Principe de l'intensimétrie : La puissance acoustique est la somme des flux d'intensité acoustique traversant une surface fictive entourant la source sonore. L'intensité est déterminée en mesurant un gradient de pression à l'aide d'une paire de microphones [27]. L'intensité acoustique est évaluée grâce à la méthode des deux microphones deux microphones proches, disposés dans la direction r permettent d'approcher le gradient de pression au point central dans cette direction grâce à une approximation aux différences finies. La norme préconise soit un mesurage par point soit par balayage.

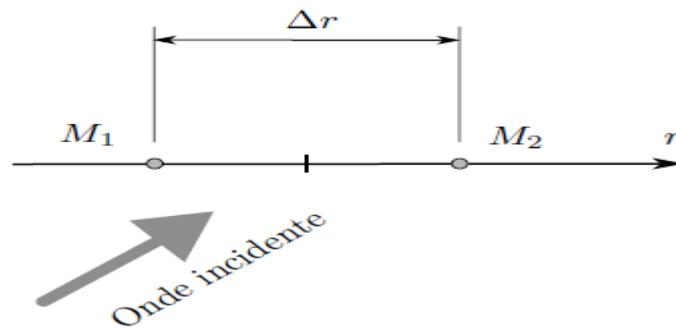


Figure III.2: Principe d'évaluation de l'intensité acoustique par intensimétrie.

Chapitre IV

Presentations des Zones d'étude

IV.I. Présentation des Zones d'étude :

I. Timimoune

GOURARA est situé dans la partie nord de la région du Touât, elle est bordée au nord par la wilaya d'El Bayadh au sud, la région du moyen Touât [28] sa population est 52408 pour l'année 2021 [29] .

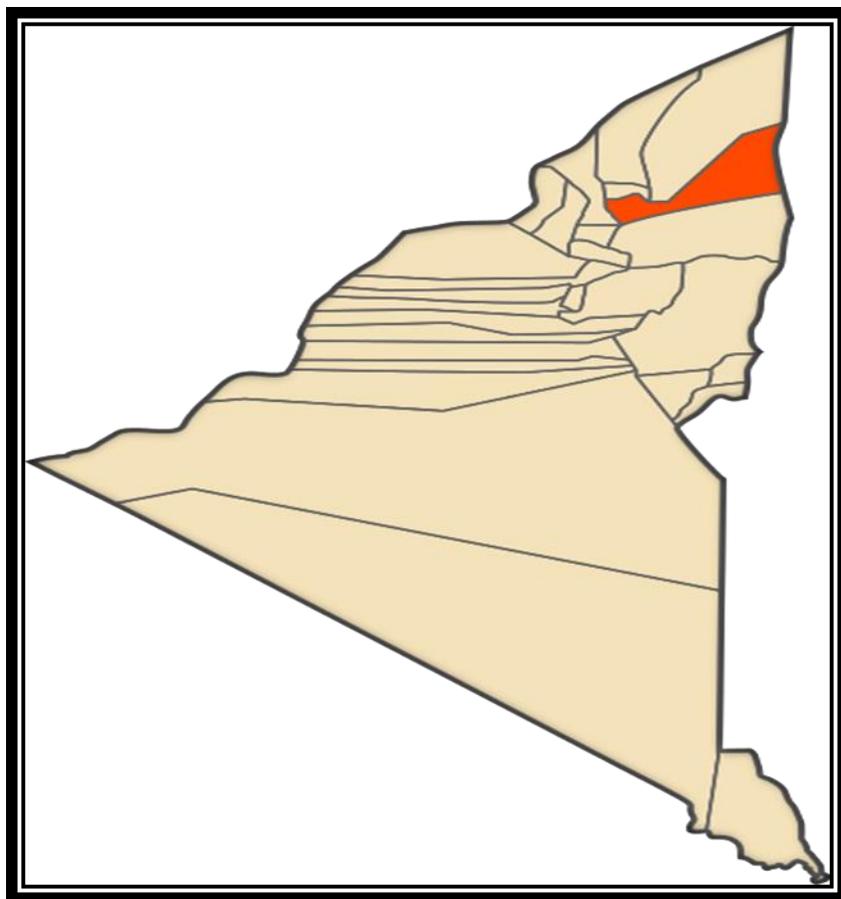


Figure .1. la carte de Timimoune

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

I.1. Site géographique de Timimoune

Timimoune est situé dans le sud-ouest de l'Algérie dans la zone appelée Gourara il est subordonné à un triangle de trois villes, ils sont Adrar, Ain salih et Timimoune il occupe une zone 9936 km² il a une population d'environ 33060 densité 3p/km² il est situé à l'ouest du plateau de Tademaït contrôlez la sebkha c'est l'ancien lieu de la rivière Timimoune cet aquarium a beaucoup reçu des étapes de sédimentation. Il est riche en fossiles et les matériaux hydrocarbures a près que la rivière se soit asséchée

La ville de Timimoune est entourée d'un groupe d'oasis que Tinerkouk, Deldoul, Swami et Aougroute ...etc.

I.2. L'origine de nom Timimoune:

Retour au nom du bon homme Memon qui fugitif du Maroc dans l'injustice de son peuple

I.3. Climat :

La région du Gourara est dominée par un climat désertique, il se caractérise par des températures élevées en été et basses en hiver, cela conduit à une expansion de la plage thermique, quant aux pluies, elles sont peu nombreuses et le pourcentage de précipitation est inférieur à 50 mm pour annuellement.

I.4. Sol et végétation :

La région est caractérisée par des sols sableux avec des particules grossières il ne convient pas à la plupart d'entre eux pour la culture, à l'exception des oasis qui sont arrosées avec de l'eau foggara et les zones qui ont été réhabilitées, car on constate que la densité moyenne de population de cote humaine ne dépasse pas 1 p*km

I.5. Attraction touristiques à Timimoune :

La ville est caractérisée par de nombreux monuments archéologiques et divers bâtiments qui attirent les touristes, et parmi cette caractéristique sont les suivantes:

- **Bronchite** : la trachée des anciens centres de population construits sur l'un des sommets montagneux situés au fond d'une grotte, ces villes sont utilisées dans le pied pour se cacher pendant les périodes d'invasions et de guerres, ce qui comprend plusieurs tours d'observation, vous pouvez contrôler la montagne et pouvoir voir l'ennemi de loin, et il convient de mentionner ici

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

- que certains des palais et palais de Timimoune datent du XIIe siècle après JC, et certains d'entre eux dépassent cette période historique, comme le palais d'Ighzer, situé à 40 km de la ville de Timimoune, et ce palais comprend une très grande grotte qui attire les touristes de différentes parties côte à côte avec le palais Aghlad situé à une distance de 60 km des parties nord de la ville.
- **Camps palm oasis** : ces camps connaissent une forte participation touristique en raison de l'atmosphère traditionnelle qui donne aux individus la possibilité de coexister avec l'authenticité et patrimoine de la région, et ces installations sont réparties dans toute la région car elles attirent un grand nombre de touristes de différents pays. Certaines parties de l'Europe, au fur et à mesure que le nombre de ces installations touristiques atteint pour 10 d'entre elles, il y a un hôtel appartenant au secteur public appelé Gourara Hôtel en relation avec la région de Timimoune, et parmi ces installations comprennent également des camps et des espaces de repos, notamment Jinan al-Malik.
- **Camp du globe**: c'est une destination favorite de la majorité des touristes, il n'est qu'à 220 km de l'état d'Adrar, et l'avantage de l'emplacement d'une réalité stratégique entre Iggsr et les enfants heureux, qui a impressionné la curiosité des touristes, comme il est situé à l'arrière du palais historique du pharaon construit de rouge boue, peut camper pour accueillir 30 personnes seulement, en plus il offre aux visiteurs de nombreux aliments traditionnels communs dans la région.
- **Porte du soudan**: c'est l'entrée de la ville, qui servait de porte d'entrée aux convois commerciaux se dirigeant vers l'Afrique depuis le levant. En ce qui concerne le monument historique le plus important de la région, Zawyet Dabbagh arrive en tête de liste. C'est une caserne militaire qui a été utilisée à l'époque du colonialisme français en 1900.

II. Tamantit

Une des communes d'Adrar dont le nom remonte à un composé arabe de deux mots "atma" cela signifie "à" "tit" signifie œil n'importe quelle extrémité de l'œil et il y a ceux qui disent que la traduction littérale de ma parole "atma" et "tit" elle est le sourcil et l'œil, il a introduit quelque modification à la nomenclature afin de faciliter

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

la prononciation alors c'est de venu Tamantit .



Figure .2. L'entrée du kaser Tamantit

La ville de Tamantit est située au sud –ouest du siège de l'état d'Adrar et loin de la d'environ 12 km de celui-c'est un dépression le longe de la vallée de Massoud , bordé au nord par la municipalité d'Adrar et l Saab, et du sud par la municipalité de Fenoughil et à l'est d'Aougroute ,Imigtan et a l' ouest Bouda , qui comprend cinq (5) palais à savoir:

Zawyet side El bakri

Tamleha

Oueld Hadj Ali

Oueld Hadj Mamoun Kasr Touki Tablagh

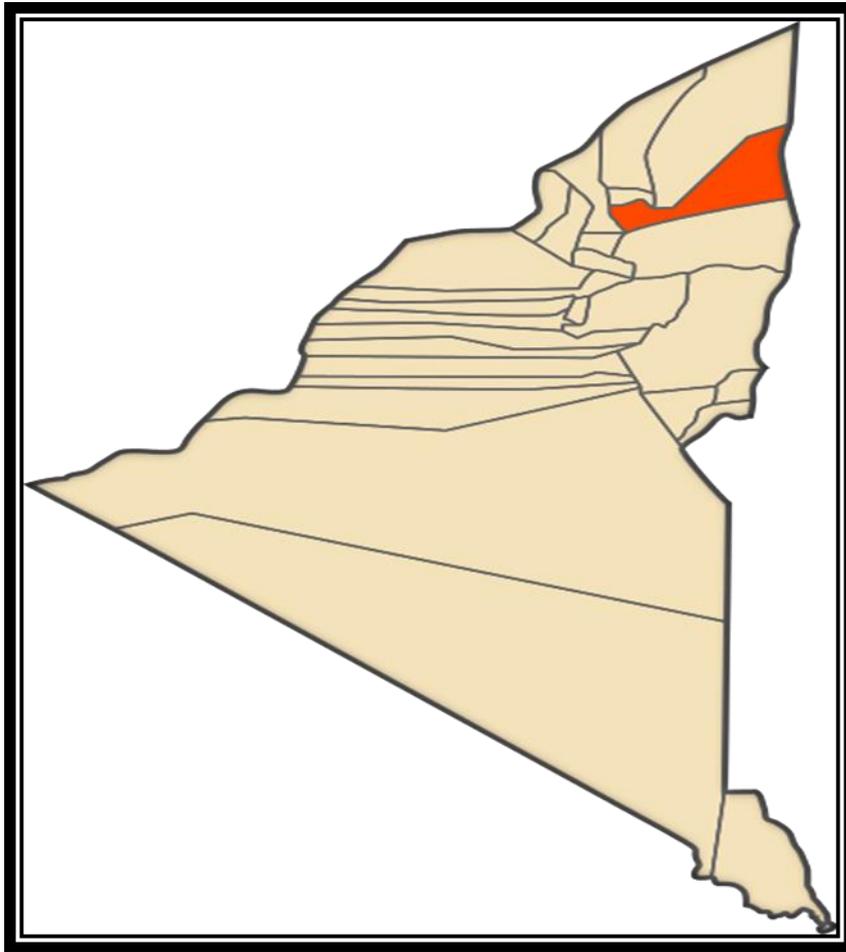


Figure.3. la carte de Tamantit

II.1.Caractéristique de topographique

Puis que tant partie d'une partie de la région de Touat il en a tiré ses caractéristique géographique et ses caractéristique topographique ,il y a un sebkha dans la cote nord de la ville, il ya aussi Arek er Irk il se sont répandus dans le coté nord –est , en ajouté aux hamada suitée au niveau du cote sud-est ,avec i' absence de plateaux et de hauteurs à l'exception de ceux du cote ouest et nord –ouest

II.2.Climat

Le climat en ville est caractérisé par le froid en hiver et la chaleur en été , la température moyenne en été c'est supérieure a 50° ,ce qui gêne les mouvements et

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

provoqué la léthargie et la paresse ,tandis que la pluies sont quasi inexistantes car rares et la plupart se suitée entre les moi d' octobre et février .l'humidité moyenne passé de 14% entre mars et octobre à 45% en décembre , sachant que la moyenne générale d'humidité dans la région ne dépasse par 50% , avec un moyenne annuelle de 27% par mois

Les vent du sud de sir yaku sont chargé de tempêtes de sable qui soufflant sur la ville pondant les mois de février et mars à les vitesses allant jusqu'a 100km /h

II.3.Richesse végétale et animal :

La couverture végétale à Tamantit est très petit , et elles est représentée dans les oasis de palmiers dispersées le long des anciens palais sur les cotés nord, est et sud de Tamantit, et la ville ne contient pas d'endroits désignés pour l'élevage d'animaux, mais sa présence est limitée. Aux maisons pour la consommation, pas le commerce, et est limité aux chèvres et aux volailles avec l'absence d'élevage de chameaux. L'élevage de chèvres est répondu, en particulier dans le plais Toki, habité par des Touaregs qui ont récemment rejoint la région

II.4.Tamantit et le mouvement industriel

Industries les plus importantes pour lesquelles la ville est célèbre et de sa résonance dans toutous les pays voisins, nous en découvrons

- ❖ Industrielle l'argent. Elle était spécialisée dans certaines tribus et fabriquée de différentes formes d'outils décoratifs
- ❖ Industriel de l'argile. Des ustensiles pour boire, manger et décorer en ont été fabriques, en plus divers outils folklorique
- ❖ Industriels de cuire. Certain tribus se sont également spécialisées dans ce Domain, des chaussures, des sacs,...etc. en ont été fabriqués
- ❖ Forge. Certaines tribus se sont également spécialisées dans ce domaine, et des outils agricoles en ont été extraits spécifiquement de la faucille, de la bèche et du kadoum, et il sont allés au-delà des fusils de chasse ainsi que des fusils des folklore

II.5. Attraction touristiques à Tamantit

- ✓ **L’Fougarates et les manuscrits**

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

Notre errance dans la région de Tamantit nous a fait remarquer que c'est une oasis qui allie sable doré et vertébrés, Moussoui a confirmé qu'il s'agissait de 260 vertébrés, et ces vertébrés sont la ressource en eau la plus importante pour l'irrigation dans la région, malgré le recul de son niveau d'eau et son nombre est tombé à seulement 15, dont des vertébrés: Hano, Bagdad, Armol et Awlad Salah. Les manuscrits qui ont vu les sciences se répondre dans la région ainsi que ce qui a été laissé par les savants de la région dans divers domaines (jurisprudence, hadith, interprétation du coran, grammaire, rhétorique et diverses sciences linguistiques) sont considérés comme le contenant qui contenait l'histoire et le passé de la région, tout comme l'artisanat et les industries traditionnelles existant dans la région de Tamantit sont comme une industrie. poterie, argenterie, en plus des coutumes et traditions qui se reflètent dans les diverses fêtes, occasions religieuses, promesses ou visites qui sont tenues comme une commémoration des saints justes de la région, comme la promesse de Sidi Nagem, Moulay El-Araby et Sidi Youssef

✓ **Ksour**

Certaines de ces caractéristiques, principalement représentées dans la kasbah, comprennent la "kasbah des Ouled Hamali" et "kasbah de Tahga" en plus de "la kasbah des Ouled de Muhammad", et "kasbah Toufaghi", et "Le Mausolée de Sidi Bayouse Muhammad" et "Makhzen al-Sheikh al-Mughali". et "Mosquée Al-Osmouni", qui sont tous encore visibles aujourd'hui et résistent aux facteurs du temps et à la rude nature du désert malgré l'étalement urbain concret qui a évincé d'année en année.



Figure .4. Kasr Tamantit

III .L'industrie est en Adrar.

III.1.Artisanat traditionnel

La wilaya d'Adrar est célèbre pour sa riche et varié industrie traditionnelle, et il est considéré comme un chef-d'œuvre de la beauté, dont les plus importants sont les suivants:

- **Tissage**

Cette artisanat est maitrise par les femmes, et il se répand surtout dans le domaine se la "Fayes", qui est célèbre pour son tapis, et la laine préparée y est utilisée et des symboles de formes et de couleurs cohérentes sont utilisés

- **Souche**

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

les artisans créent à partir de matériaux simples tel que feuilles de palmier et ses dérivés diverses fournitures quotidiennes et objets fins, notamment: vaisselle, parasols, éventails traditionnels et tardera servant à conserver les dattes

- **poterie**

L'industriel de la poterie est répandu dans toutes les provinces de l'état, et la plus célèbre est la poterie noire dans la région de Tamantit, et elle a une réputation mondiale. Les artisans façonnent de l'argile de formes et de tailles variées et après avoir été séchées et prêtes elles sont peintes en noir pour devenir de. Merveilleux chefs-d'œuvre à empreinte locale

- **Les bijoux se**

Caractérisent notamment dans la fabrication de bijoux en argent, ours des symboles et des formes ornementales exquis, parmi lesquels figurent les bagues, bracelets et cheville, colliers et colliers "al khas", très appréciés des touristes

- **Cuir**

Ses produits les plus populaires sont les pantoufles en Ulf, les chaussures, les boîtes polyvalentes, les sacs et les fournitures de tente

- **Imitation rob**

Le costume traditionnel de l'état d'Adrar est l'un des affluents de son héritage ancien et de ses coutumes et traditions désertiques authentique. Il reflète. Egalement la nature de la région et son climat la robe traditionnelle des hommes se distingue par la papeterie, la gaze "hoquet" et le pantalon de couverture. Quant aux femmes, leur robe représentée dans: le pantalon traditionnel, la robe qui est ample avec des manches longues et larges, et surtout, elles mettent le voile ou la courtepointe, qui est ornée de très fines et belles broderies. Les femmes portent divers bijoux (bracelets, bagues, braceletsdecheville)

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

III.2. Parmi l'usine située à Adrar

Le secteur industriel de l'état d'Adrar s'est renforcé avec le début de l'année 2018 avec l'inauguration d'une cimenterie avec un partenariat allégro-chinois dans la commune de Taimqtan à 270 km à l'est d'Adrar, et c'est la fierté de l'investissement productif dans le grand sud, avec une capacité de production de 1,5 millions de tonnes par an de divers types de ciment, y compris le ciment de pétrole, dont la production est estimée à 300 000 tonnes par an, ce qui permet de répondre à la demande des ateliers de livraison de ce matériel nécessaire en les installations pétrolières opérant dans la région. Un an après son inauguration, la production de l'usine atteint 3 millions de tonnes par an après l'achèvement d'une deuxième ligne de production, comme l'ont expliqué les responsables de l'usine.

Et dans le domaine des denrées alimentaires, la Burgant Tomato Factory a été achevée, qui a lancé la phase de mise en conserve du produit de tomate en doublant la concentration, après de trois ans depuis sa réouverture et son entrée dans le processus de conservation du matériel tomate local qui a été amené des différents milieux agricoles près de Reggan et il était le gouverneur d'Adrar Hamo Bekoush a signalé son entrée dans cette étape importante en février dernier, dans un geste que les habitants de la région attendaient depuis longtemps. Les agriculteurs de la région ont épingle de larges espoirs de relancer le processus de culture et de récolte du produit local de tomate de haute qualité, avec le témoignage de spécialistes.

Et les responsables de l'usine ont appelé le nom "Alfa Kara" sur les boîtes de tomates dont les tomates sont pasteurisées et mises en conserve à l'intérieur de l'usine Reggan avec une capacité de production estimée à 400 boîtes par minute, et il est prévu que la commercialisation aura lieu localement uniquement comme une première étape, suivie de l'étape de commercialisation nationale puis de l'étape internationale dans les horizons futurs qu'il a dessinés ; les directeurs d'usine et le complexe gazier Hessi Barouda, avec un partenariat de l'Algérie, de la France et de l'Espagne, dans la région de Timimoune, sont entrés en production phase le 26 février 2018, dans le cadre du renforcement des capacités nationales de production de matières énergétiques destinées à la consommation locale et à l'exportation vers les marchés étrangers.

Dans le domaine agricole, l'état d'Adrar a réalisé plus de 450 000 quintaux de

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

production céréalière cette saison, après que la superficie cultivée a augmenté à 7530 hectares, et le projet renaissance à Mokiden, municipalité de Timimoune, a atteint plus d'un million de quintaux de céréales, ainsi devenant l'état d'Adrar, un pôle agricole dans la production de céréales

Dans le secteur du logement, la part d'Adrar dans les logements de différents types a atteint 3531, soit la part la plus importante que l'état ait connue

Dans le domaine des ressources en eau, l'état a assisté à l'inauguration d'une station d'épuration pour la ville d'Adrar, et cette station contribue à la création d'espaces verts et à l'élimination des problèmes environnementaux



Figure.5.la cartographie de bruit a marché bouda

IV. Présentation de la Raffinerie d'ADRAR RA1D:

de développement, la réalisation en partenariat, d'une raffinerie de pétrole brut dans la région d'ADRAR, en vue d'assurer d'une part, la sécurité d'approvisionnement en produits SONATRACH, sous l'égide du Ministère de l'Energie et des Mines, a inscrit dans son plan raffinés des régions du Sud-Ouest (Adrar, Bechar, Tindouf et Tamanrasset) approvisionnées actuellement à partir des raffineries de Hassi Messaoud et Arzew, et d'autre part, la valorisation des ressources d'hydrocarbures situées dans le bassin de SBAA.

La découverte du bassin de Hassi Lato fut durant les années 80, ce bassin comprend des gisements de gaz et de brute avec des réserves totales estimées à plus de 600

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

Millions de barils pour le brut et 100 Milliards de m³ pour le gaz

IV.1.Situation géographique de la raffinerie d'ADRAR "RA1D" :

La raffinerie de SBAA (W.ADRAR) est implantée sur une surface totale 84 hectares dont 37 hectares sont occupés par des installations de production.

Elle est située sur le territoire de la Commune de SBAA à quelques 44Km au nord de la ville d'Adrar.

- Les coordonnées géographique :

- Longitude 00° 11' ouest
- Latitude 27° 49' nord
- Altitude moyenne est de 275 mètres

Le site de la raffinerie est situé en plein désert du guebi , a quelques 900 m d'une zone agricole rattachée en village de SBAA , situé à l'ouest du site.

Elle est limitée :

- Au Nord : par la daïra de Tsabit
- Au sud : par la commune de Gourara
- A l'ouest : par la commune de Sbaa
- A l'est : par un terrain non urbanisé

Hormis cette zone agricole , le paysage est un no man's land , dépourvu de toute végétation d'habitation ou d'activités .

IV.2.Capacité de production de la raffinerie d'Adrar:

La capacité de traitement est de 600 000 t/an pour le pétrole ; et Plus de 40 puits ont été déjà forés pour la reconnaissance des structures (brut et gaz).

La productivité des puits forés varient de 50 à 150 m³/j avec des pressions initiales qui varient de 60 à 150 kg/cm², et une densité qui varie de 0,8061 à 0,830 pour le brut.

L'exploitation des gisements se fera en deux phases :

Première phase (Oued Tourhar, Foukroun, Foukroun-est, HassiIllatou, HassiIllatou nord -est et Oued Zine.) le pétrole brut sera acheminé directement vers l'unité de traitement principale située à HassiIllatou, Et la deuxième phase (Dechera,

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

Decheranord ouest, Touat et Sbaa.) le pétrole brut sera acheminé vers l'unité de traitement principale par des pompes multiphasiques.

*La raffinerie se compose de 06 zones à savoir :

- L'unité de production
- Une zone de stockage
- Une zone d'expédition
- Un centre d'enfûtage de propane et de butane
- Zone de bâtiment technique et administratif
- Zone de base de vie.

IV.3. Structure et équipement de la raffinerie

La raffinerie est constituée principalement de:

- Une unité de distillation atmosphérique de brute,
- Une unité de reformage catalytique de naphtha,
- Une unité de craquage catalytique de résidu atmosphérique (RFCC),
- Une unité de séparation des GPL.
- Une salle de contrôle principale.
- Des bacs de stockage de produit pétroliers.
- Unités de l'utilité avec ses auxiliaires
- Station d'air comprimé
- Un bâtiment technique et laboratoire,
- Une station électrique principale,
- Des subtractions électriques,
- Un atelier de Mécanique et de Maintenance,
- Huit blocks d'approvisionnements,
- Un bâtiment administratif,
- Station de brigade anti-incendie,
- Rampes de chargement

IV.4. Capacité traitement et de production la raffinerie :

- Capacité de traitement :

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de SBAA est de 600 000 Tonnes

CHAPITRE VI : présentation de la zone d'étude

environ de pétrole brut pendant une période d'année en continu par jour de vingt quatre (24) heures.

- 75 tonnes par heure (t/h).
- 1800 tonnes par jour (t/j).
- 12500 barils par jour (b/j)

Capacité de production:

Tableau .1.capacité de production de la raffinerie

Produit	Quantités tonnes /ans
Propane	20 500
Butane	32 500
Essence super	10 000
Essence normale	208 300
Kérosène	30 000
Gasoil	238 400
Mazout	13 000

Chapitre V

Partie pratique

*V. Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'Adrar Zone
touristique-industriel*

Dans cette partie de notre travail, nous avons fait une étude approfondie sur les nuisances sonores générées dans la wilaya d'adrar **Zone « touristique- Industriel »**, dans le but de traiter et d'évaluer l'environnement sonore en amont et en aval. La maîtrise des niveaux sonores à l'intérieur de la ville nous amène à prendre les mesures nécessaires de lutte contre le bruit, à évaluer l'efficacité des méthodes appliquées de réduction de bruit et à prévoir des solutions de réduction de bruit. Le choix de la Région d'ADRAR n'étant pas fortuit. En effet, cette zone est caractérisée par une grande superficie qui englobe d'une part :

A. **Des Zones touristiques** : qui nécessitent un confort acoustique pour amener les touristes dans la région, sachant que la pollution sonore est considérée comme un facteur essentiel dans la publicité touristique. Pour atteindre cet objectif, nous devons faire une étude acoustique approfondie avec une réalisation des cartes de bruit pour faire le bilan sonore de chaque région. Pour cela nous avons choisir les lieux suivant : Adrar ville, Tamantit et Timimoune.

B. **Des Zones industriel** : plusieurs complexes de grands équipements bruyants. A cet effet, nous avons choisi la raffinerie de Sbaa comme zone industriel essentiel dans l'industrie de pétrole et dans l'économie Algérienne :

Afin d'apporter des éléments de réponse à la problématique exposés « *Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'Adrar Zone touristique-industriel* », nous avons adopté la méthodologie suivante :

On a divisé notre travail en trois parties essentielles :

- i. La première partie est consacrée à :
 - Identification des sources de bruit
 - Réalisation des mesures nécessaires.
 - Présentation l'outil de simulation le code tympan
 - Simulation des résultats trouvés
 - Interprétation des résultats obtenus
- ii. La deuxième partie est consacrée à Réalisation des cartographies de bruit.

- iii. La troisième partie est consacrée à la présentation et à l'analyse de nos mesures.

V.1. MATERIEL ET METHODES :

Le sonomètre : L'appareil utilisé est le Roline RO-1350 avec un calibrage de 94 dB, une pondération temporelle « Fast » et fréquentielle « A ».



Figure 1 : Sonomètre utilisé

Le sonomètre utilisé est de type II. Il comprend un microphone, un amplificateur et un diviseur de tension qui permet l'atténuation du signal électrique, afin de rester dans le domaine de linéarité de l'amplificateur (50 à 80 dB) quel que soit le niveau sonore. Cet atténuateur permet également l'affichage d'un mesurage facile à lire ou la sortie vers un instrument accessoire d'un signal électrique correspondant au domaine de linéarité de cet instrument.

Il comporte aussi les filtres de pondération intercalés entre les étages de l'amplificateur et en particulier le filtre de pondération A et un dispositif de détection et de lecture, comprenant un second amplificateur et un rectificateur quadratique pour que le signal affiché soit proportionnel à la pression efficace du bruit.

V.2.RESULTATS DES MESURES :

V.2.1. La ville d'ADRAR:

Pour ADRAR centre ville, la date du prélèvement des mesures est le 24/02/2021

- La température ambiante = 26 °C
- La vitesse du vent =32 km/h
- La direction de vent : Nord

Tableau .1 .le niveau de bruits enregistré dans Adrar centre

Zone	Lieu de muser	Coordonné Géographique	Valeur de la pollution sonore dB(A)
Université d'ADRAR	-Porte Principale	+N0°17'08"W°27'53'27	-74
	-Laboratoire chimique		-68
	-Bibliothèque centrale		-61
Centre-ville	- La place des martyrs -Place 1 ^{er} novembre	N°17'19"W°31'52°27	-60
			-68
			-56
			73,5
Quartier Htatba	-bibliothèque -mosquée d'Omar ibn al-khat ab - Quartier ka Dour bine li time (routière Salim	N0°17'24'W°32'52°27	-61,4
			-74
			-68
Quartier 400	-quartier al- si -al hawas -quartier d'Aban ramadan -quartier 01 novembre	N0°17'10"W°01'53°27	-73,4
			-69
			-69
Tililane	-Sidi Ahmad Didi(300 logements) -quartier de rahma (500logements) -quartier d'Ahmed draya	N0°15'48'W°19'52°27	-64
			-59,4
			68,4
Souq-bouda	-Début -Centre -La fin (parking Bakri)	N0°17'15"W°19'52°27	-67,4
			-65,4
			-79 ,4
Hôpital ibn sina	Hôpital ibn sina	N0°16'29"W°59'51°27	-67
			-62

Pour conforter des résultats, nous avons représenté sous forme d'histogrammes dans la figure suivante. Nous avons représenté en couleur rouge le grand écart du niveau de bruit enregistrée qui est au-dessus des seuils recommandés par la réglementation algérienne et qui est de 70 dB

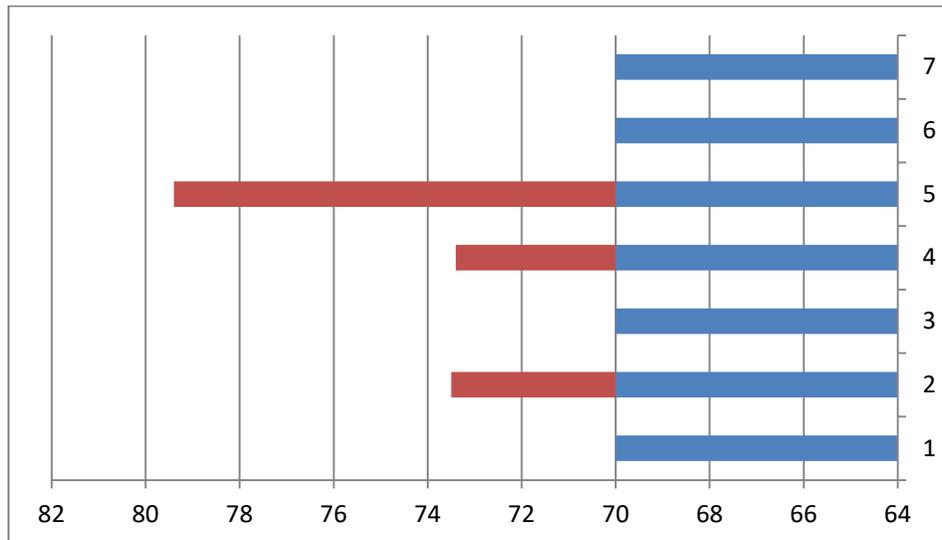


Figure .2 .Histogrammes des Niveaux de Bruit enregistré dans la ville d'Adrar.

Interprétations des résultats :

Les résultats obtenus, montrent que le niveau de bruit est acceptable dans certain quartier de la wilaya d'ADRAR, on cite le cas de Quartier **Htatba**, **Quartier 400et Tililane (66 dB(A))** par contre nous avons enregistré un niveau de bruit peu élevé au niveau du **Souq-bouda (79.4 dB(A))**. Cela est dû principalement aux raisons suivantes :

- ✓ Le trafic routier qui implique une association de bruit
- ✓ Le passage, qui entraîne inévitablement une augmentation du niveau de bruit, d'autant plus que le marché aux légumes est situé dans un endroit étroit et fermé, ce qui entraîne une augmentation des échos sonores et un niveau de bruit élevé.

Néanmoins, les résultats de mesures enregistrés à l'intérieur de l'université d'Adrar montrent que le niveau de bruit est élevé au niveau de la porte principale cela revient au trafic routière intense à la route principale de l'entrée de la wilaya d'Adrar qui est proche de la porte principale ce qui implique une association des niveaux de bruit.

V.2.2. La ville de TAMANTIT:

Pour la ville de TAMANTIT, la date du prélèvement des mesures est le 15/03/2021

- La température ambiante =36 °C

Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'Adrar Zone touristique-industriel

- La vitesse du vent =28 km/h
- La direction de vent : NORD
- Coordonnées astrologique de zone Tamantit (27°45'29,17N 0°16'06,03W)

Tableau .2 le niveau de bruits enregistré dans la ville de Tamantit

Zone	Niveau de Bruit dB(A)	Coordonnées Géographiques
Moulay Larbi	- 67	27°46'08,49N 0°16'07,63W
	- 75	27°45'38,90''N
	- 70	0°16'17,59''W
Aghmar aqbour	- 55	/
Bossalah	- 47	27°45'53,54N
		0°15'39,70W
Oulad Daoud	-53	/
Oulad yacoup	-47	
	-83	/
Sidi Youssef	-64	27°45'46,23N
	-71	0°15'24,89W

Interprétations des résultats :

Les résultats trouvés montrent que la ville de Tamantit c'est une ville très calme très approprié pour le repos de touristes et notamment dans qsar Sidi youssef qui se caractérise par une paysage formidable, Attrayant pour les touristes.

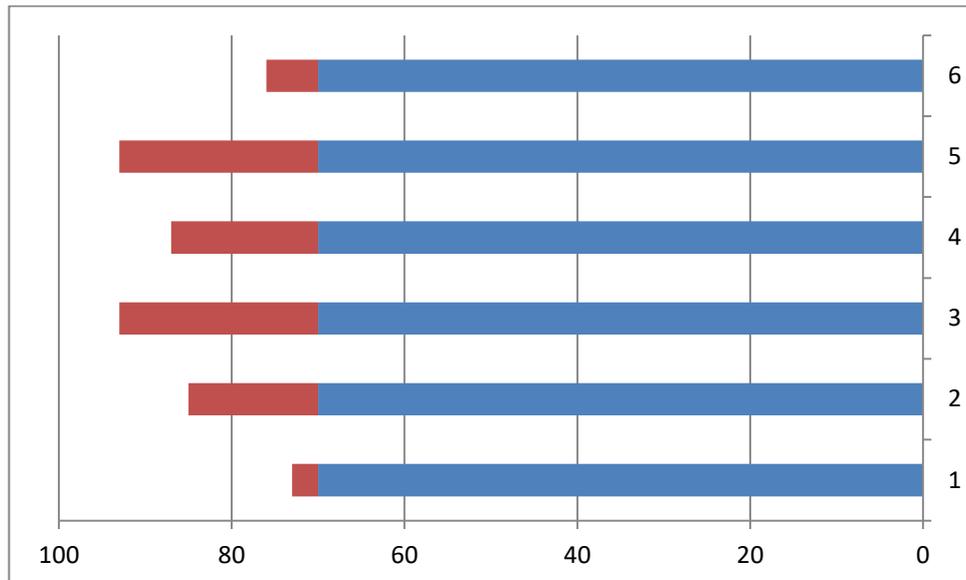


Figure .3. Histogrammes des Niveaux de Bruit enregistré dans la ville de Tamantit.

Les résultats représentés ci-dessus montrent clairement que les niveaux de bruit sont inférieurs dans la majorité des zones de la ville de Tamantit ce qui confirme l'interprétation précédente.

V.2.3.La ville de TIMIMOUNE: Pour la ville de TIMIMOUNE, la date du prélèvement des mesures est le 17/05/2021

- La température ambiante =39 °C
- La vitesse du vent =26 km/h
- La direction de vent : OUEST

Tableau V.3 : le niveau de bruits enregistré dans Timimoune centre.

Zone	Valeur de pollution sonore	Niveau de Bruit dB(A)	Les Coordonnée Géographique
Soug sabt	73	3	29°16'08.39 N
	84.4		0°14'09.33 E

***Audit environnemental sur le confort acoustique dans la wilaya d'Adrar Zone
touristique-industriel***

Sassi Ben Aissa (magazine)	84	14	29°15'42.09 N 0°14'04.74 E
(magazine) Quartier Abed-el-Kader ibn Mohiédine	79	9	29°15'38.48 N 0°14'01.79 E
Mosquée (Khalil)	68	0	29°15'49.72 N 0°14'03.60 E
Quartier de 1 Novembre	62.4 67	0	29°15'37.77N 0°13'41.42 <u>E</u>
Marché couvert	70	17	29°15'45.32N 0°13'46 .14 ^E

Interprétations des résultats :

Les résultats des mesures des niveaux de bruit dB(A) au niveau de la ville de Timimoune, qui est considérée comme une zone touristique mondiale, nous a conduit a signalé les point suivants :

- Au niveau de Souq Sabt : les niveaux de Bruit ont dépasse le seuil autorisé par la réglementation Algérienne qui de 70dB(A)
- Au niveau de de quartier **Sassi Ben Aissa** et **Abed-el-Kader bin Mohiédine** aussi les niveaux de Bruit ont dépassé le seuil autorisé par la réglementation Algérienne qui de 70Db(A), Cela est dû principalement aux raisons suivantes:
 - ✓ La plupart des magasins pour vêtements et autres sont situés dans ces deux lieux, et les magasins sont proches de certains d'entre eux donc le mouvement élevé qui conduit à un bruit élevé.
 - ✓ Le trafic routier qui implique une association de bruit.
- Au niveau de **Mosquée (Khalil)** et **quartier de 1 novembre** le niveau de bruit est acceptable.

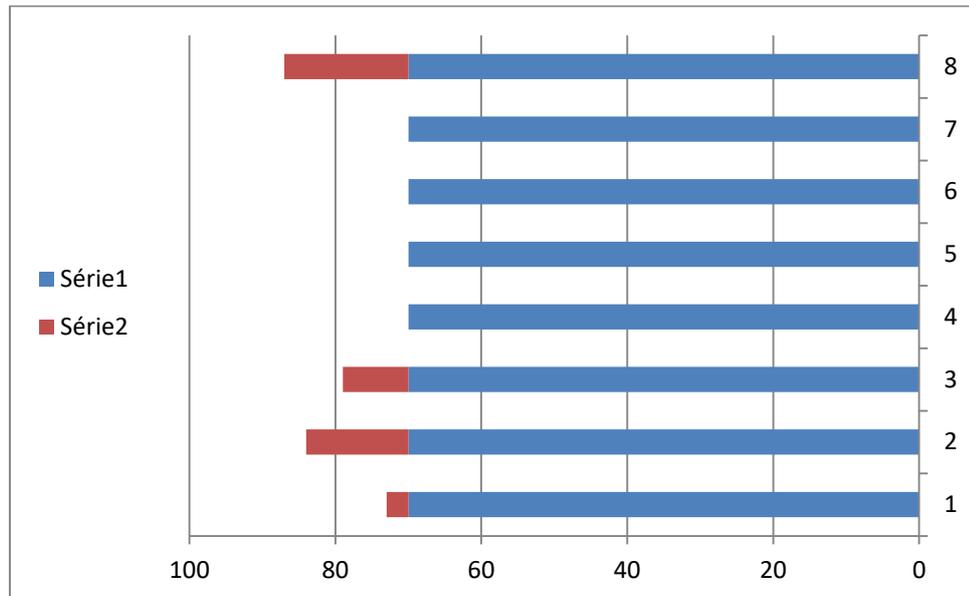


Figure.4. Histogrammes des Niveaux de Bruit enregistré dans la Raffinerie de Timimoune

- **V.2.4.La zone industrielle :** Nous avons choisi la raffinerie de Sbaa comme zone industriel référence dans la wilaya d'adrar puisque il comprend des équipements bruyants géants, qui sont caractérisé par un niveau de bruit intense et aigüe dans certain cas. Pour La Raffinerie de Sbaa, la date du prélèvement des mesures est le 10/05/2021
 - La température ambiante =35 °C
 - La vitesse du vent =35 km/h
 - La direction de vent : OUEST

Les résultats trouvés sont enregistrés et représenté dans le tableau et les histogrammes ci-dessous

Tableau .4 : le niveau de bruits enregistré dans la raffinerie

Zone	Valeur de la pollution sonore dB(A)
Topping	86
Compressor	86
pomp	86
section fractinnement	86
DRH	66
laboratories	59

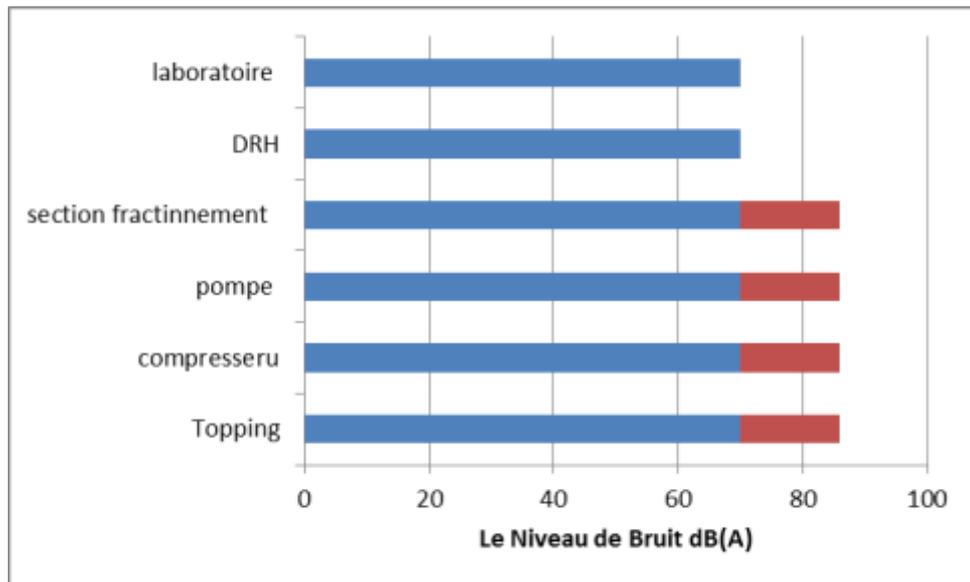


Figure .5. Histogrammes des Niveaux de Bruit enregistré dans la Raffinerie de Sbaa.

Simulation et Réalisation de cartographie de Bruit dans la wilaya d'Adrar Zone touristique-industriel

V. Cartographie de bruit:

Introduction

Le développement de l'informatique dans le domaine de simulation nous permet de résoudre le problème de calcul manuel long, en utilisant comme outil les logiciels de simulation.

V.1. Généralité sur la simulation

La simulation est définie comme étant la représentation d'un phénomène physique à l'aide de modèles mathématiques simples permettant de décrire son comportement, autrement dit, la simulation permet de représenter les différents phénomènes : la propagation acoustique, le transfert de matière et de chaleur, etc. dans les différents lieux et procédés chimique par modèles physique, mathématique, thermodynamique, qui traduisent les comportements par l'intermédiaire de résolution des équations analytiques.

Il existe, sur le marché, un très grand nombre de simulateurs de différents domaines technologiques : physique, électronique, procédés chimiques dont les plus répandus au niveau mondial sont: Matlab, Hysys, code tympan, etc. En ce qui nous concerne, nous avons utilisé pour la présente étude, le simulateur **code tympan** en raison des difficultés à réaliser des calculs manuellement pour l'élaboration de la cartographie.

V. 2. Présentation l'outil de simulation le code tympan :

Introduction

Le Code TYMPAN est un logiciel d'ingénierie en acoustique environnementale. Il s'appuie sur l'expérience d'EDF R&D dans le domaine. Les produits proposés sur le marché sont essentiellement orientés vers le traitement des bruits de transport (routier, aérien et ferroviaire) et sont mal adaptés à la gestion des sources industrielles. Dans ce contexte, il a été décidé de concevoir une application dédiée aux problèmes de bruits posés par les sources rencontrées sur les sites EDF.

A propos du logiciel :

Code TYMPAN est un code de propagation acoustique dans des scènes 3D complexes pour l'évaluation et la prévision de l'impact sonore de sites industriels. Il permet la réalisation d'études d'ingénierie en acoustique environnementale et capitalise une partie des résultats de l'équipe acoustique d'EDF R&D.

Code TYMPAN dispose d'une librairie d'objets métier spécifiques, d'un solveur de résolution acoustique basé sur la norme ISO9613 et de deux méthodes géométriques de recherche de chemins acoustiques : une approche par enveloppes convexes et un lancer de rayons.

Code TYMPAN possède aussi une interface homme-machine riche permettant la construction 3D de modèles réalistes, riche permettant la construction 3D de modèles réalistes, la saisie des propriétés acoustiques des objets, l'exécution des calculs de propagation acoustique et l'exploitation des résultats. Ses structures de données permettent de maintenir la pérennité des modèles et de capitaliser l'historique acoustique des sites. Son architecture ouverte permet d'adapter l'application à l'évolution des besoins.

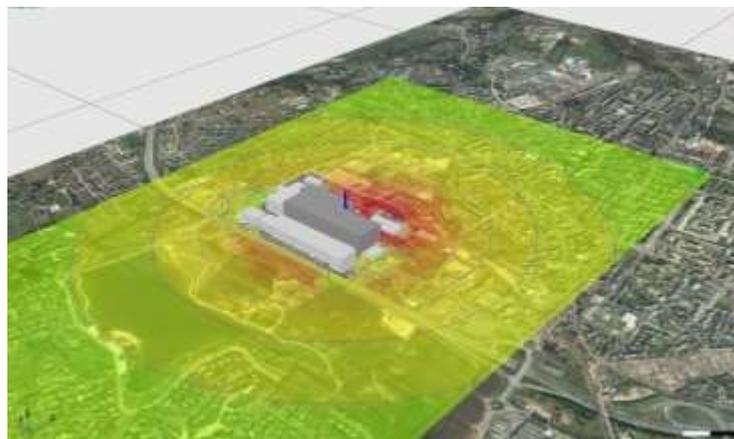


Figure 17: Exemple de cartographie acoustique obtenue avec Code TYMPAN

V. 3. Procédure de la simulation

Les procédures de calcul, et de simulation dans l'environnement code tympan nécessite les données suivantes :

- L'image satellites de l'endroit (site) où nous souhaitons le simuler.

- La détermination de l'échelle et de l'altitude de l'image, dans notre cas : l'échelle = 1.96 et l'altitude = 2,08 Km

- La détermination des sources de bruits qui existent dans le site.
- L'introduction des valeurs des niveaux de bruits.
- L'introduction des paramètres météorologiques : température, pression et humidité.
- La détermination du périmètre du site.

A titre indicatif, au cours de l'effectuation de notre simulation nous avons choisi de simuler d'abord chaque point seule pour ensuite généraliser la simulation à tout les Zones.

V.4. Cartographie de Bruit de la Ville d'adrar :

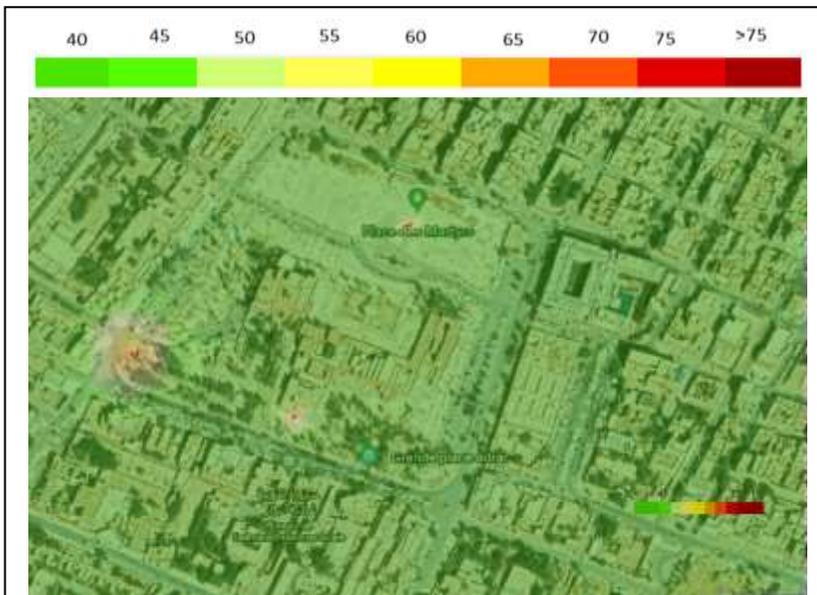


Figure.2. Cartographie de bruit de La place adrar

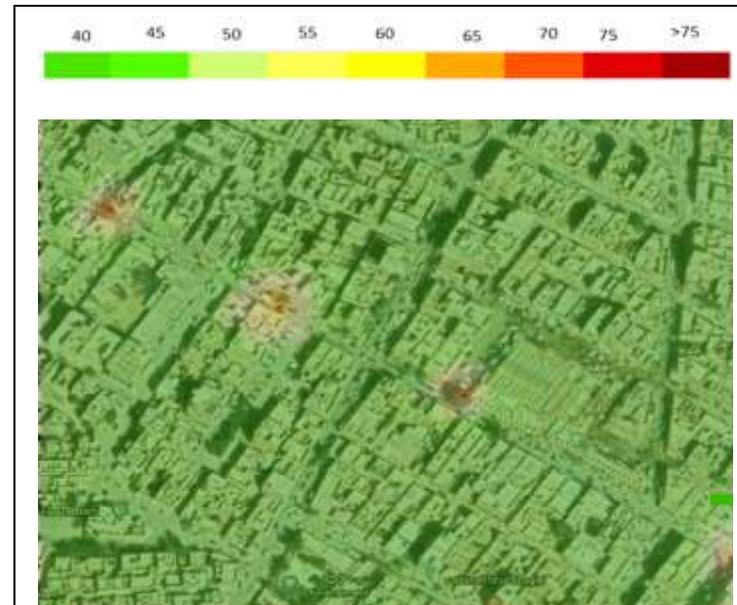


Figure3. Cartographie de bruit souq bouda

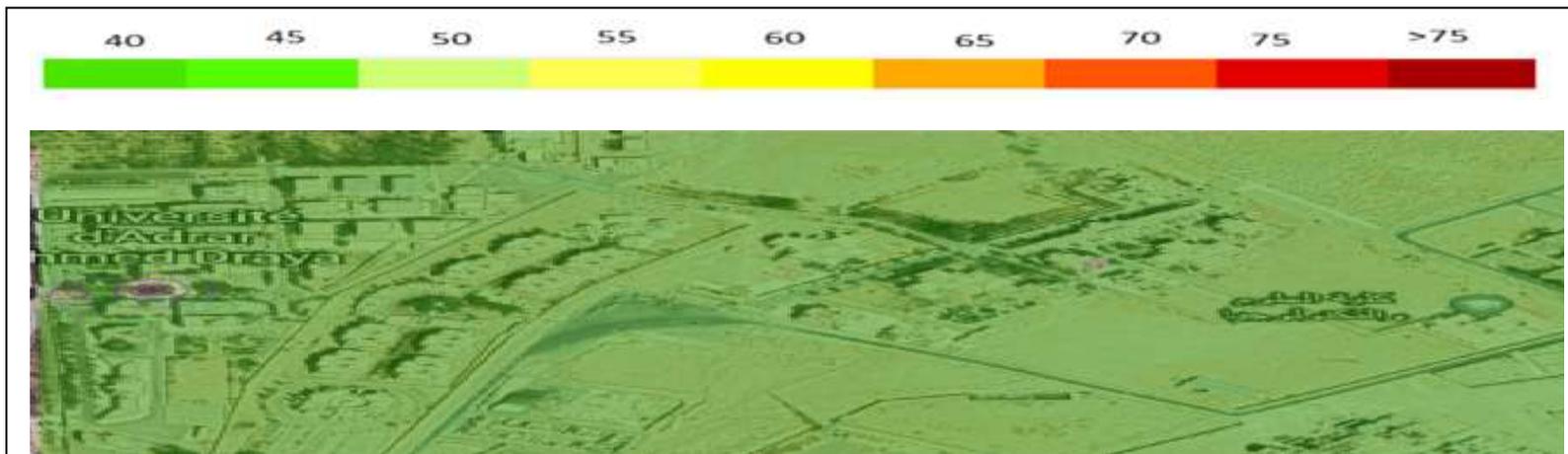


Figure.4. Cartographie de bruit de La place adrar

Interprétation des Résultats :

Les trois figures représentent la cartographie de certain lieu dans la ville d'Adrar

Figure.4. présente la cartographie de Bruit de l'université d'Adrar on remarque qu'il existe une propagation de la pollution sonore à coté des sites suivants : la bibliothèque centrale et au amphithéâtre dans le centre de l'université n par rapport aux autres sites en raison de forte rassemblement des étudiant dans les lieux cités.

Figure.3. présente la cartographie du Bruit de marché bouda nous avons donc enregistré au milieu du marché (68 dB) qui le centre du mouvement commercial de marché des fruits et légumes.

Figures.2. présente la cartographie de Bruit de centre-ville 'Adrar, la place est considérée comme un lieu de propagation de la pollution sonore, car elle représente le centre de rencontre des gens et un centre de cafés, de repos et de loisirs.

V.5. Cartographie de Bruit de la Ville de TAMANTIT :

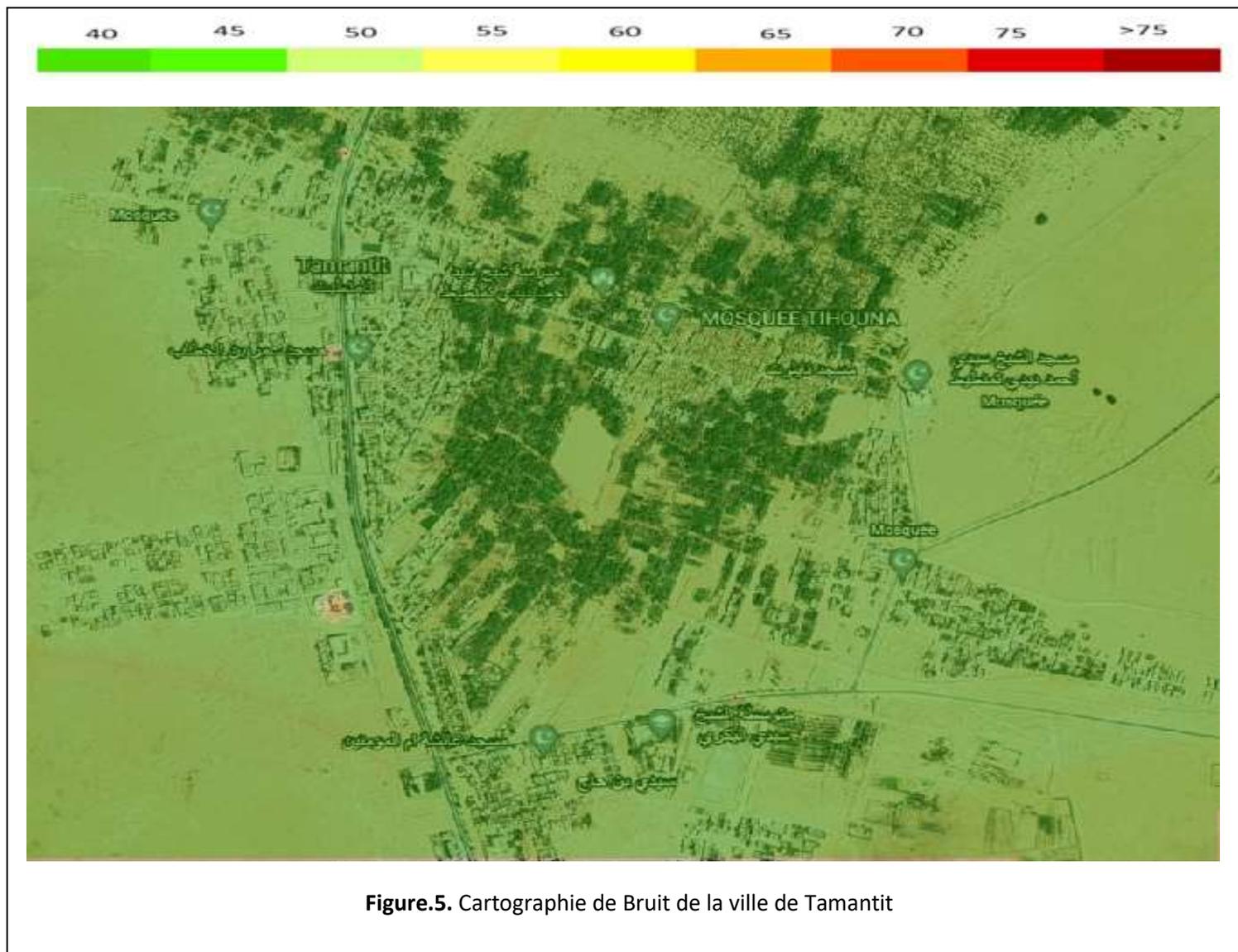


Figure.5. Cartographie de Bruit de la ville de Tamantit

Interprétation des Résultats :

La région de Tamantit est presque calme cela donne une faveur pour la réussite du tourisme dans la région, les résultats trouvés prouvent qu'il y a une rareté de la pollution sonore dans cette région puisque elle se caractérise par une rareté de trafic routière et du mouvement commercial (magasins) et lieux rassemblement comme les cafés, les places, etc.

V.6. Cartographie de Bruit de la Ville de Timimoune :

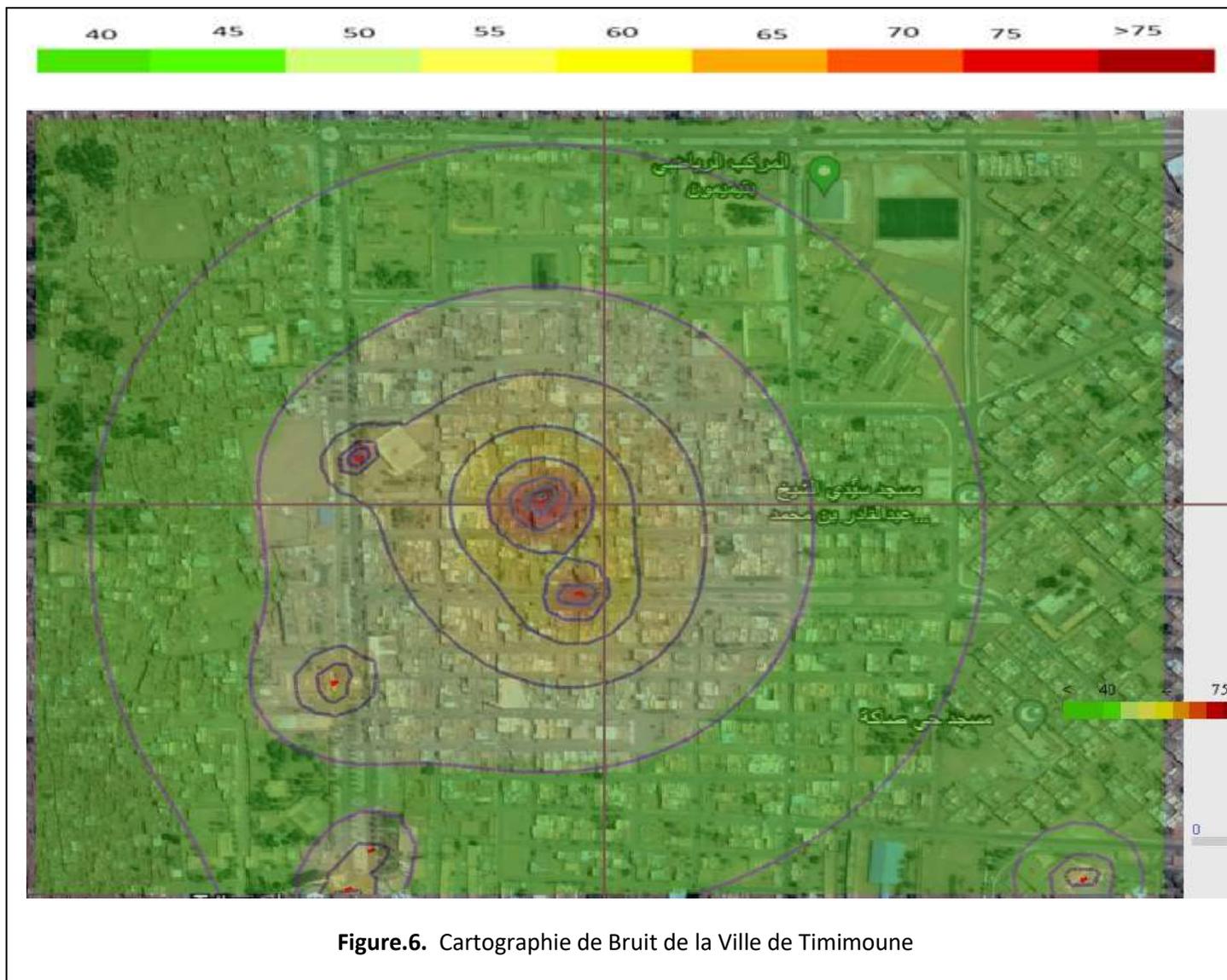


Figure.6. Cartographie de Bruit de la Ville de Timimoune

Interprétation des Résultats :

Figure.6. présente la cartographie de bruit de la ville Timimoune on remarque qu'il existe une propagation de la pollution sonore à côté du site suivant :

- ✓ Souq Sabt et quartier (Sassi Ben Aissa, Abed El-Kader Mohiédine) en raison du mouvement commercial et le trafic routier.
- ✓ Quartier de 1 novembre on trouve (clips administratifs) pour que le rassemblement de la population se fasse selon la synchronisation du temps de travail et mosquée (Khalil) en raison le rassemblement de personne.

V.7. Cartographie de Bruit de la raffinerie de Sbaa :

V.1. Démarche dans la réalisation de la cartographie de bruit en milieu industriel

La cartographie du bruit dépend essentiellement de la détermination et de la description de la zone étudiée, y compris les sources de bruit (trafic routier, aérien, industriel et de construction), le nombre de personnes exposées (récepteurs), la topographie et les conditions météorologiques, le niveau de bruit équivalent A continu, niveau de pression et niveau de puissance sonore en dB (A) (ISO-2,1996; DIN45682,2002; WG-AEN, 2007).

Pour réaliser une cartographie de bruit plusieurs paramètres doivent être pris en considération ; les facteurs d'interaction entre les sources sonores et le récepteur, l'atténuation due à la divergence géométrique (A_{div}), Absorption au sol (A_{gr}), diffraction par barrières (A_{bar}), l'absorption atmosphérique (A_{atm}), atténuation de la végétation intervenante et autre paramètres . En plus de ces paramètres, il faut tenir compte de la température, l'humidité et la correction météorologique C_{met} comme indiqué en ISO 9613-2

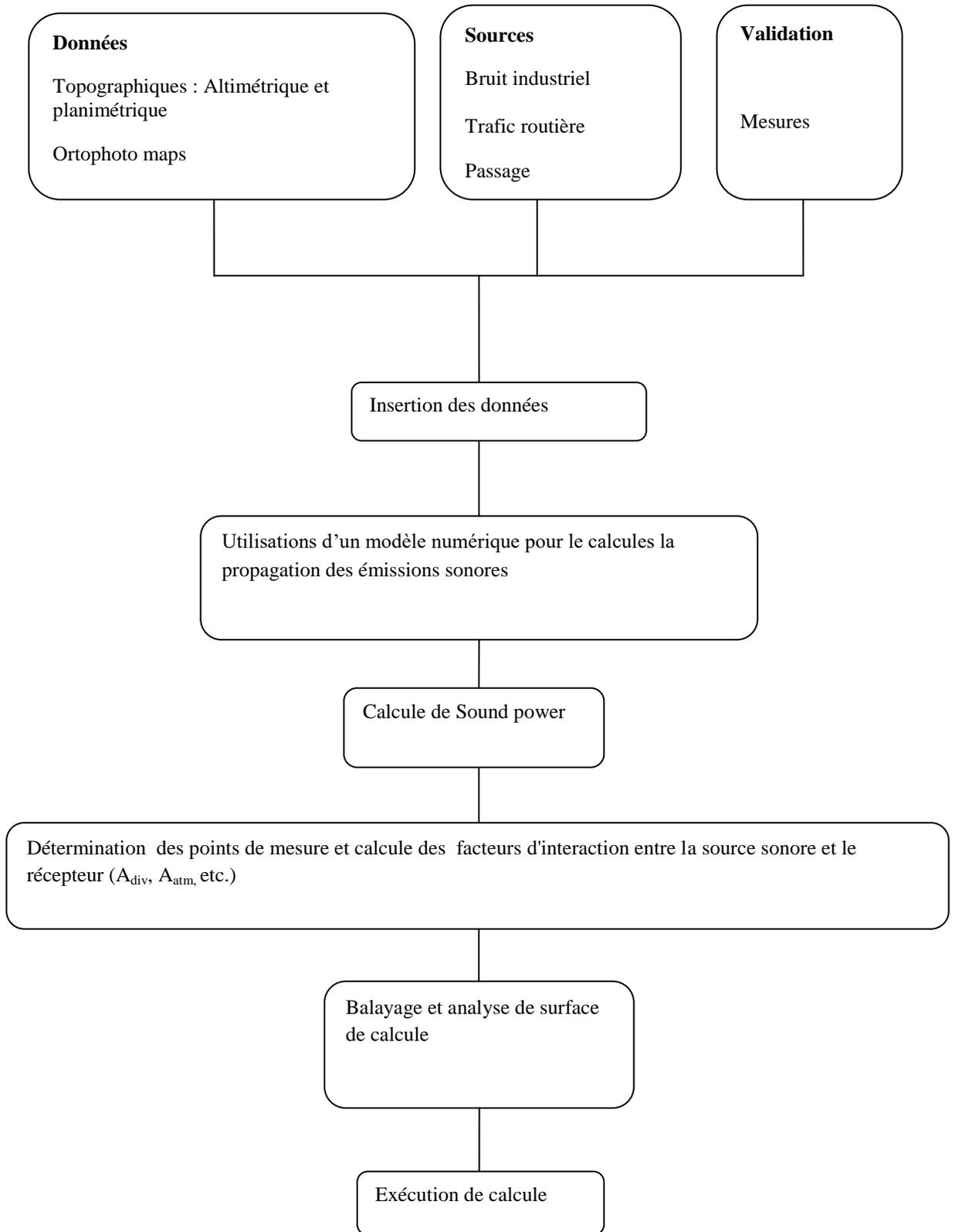


Figure 7: Schéma de la méthodologie générale de la réalisation d'une cartographie de bruit



Figure.8. cartographie de Bruit de la raffinerie de Saba

Interprétation des Résultats :

Dans cette partie nous avons réalisé une cartographie générale du bruit de la raffinerie de Sbaa. Ceci nous a permis d'évaluer globalement l'exposition au bruit dans la raffinerie de Sbaa et d'identifier les différentes sources. Nous avons aussi établi des prévisions générales pour cette zone et réalisé le bilan sonore général de complexe.

Les zones rouges et les zones calmes étant maintenant identifiées, il suffira maintenant d'informer et de sensibiliser l'ensemble du personnel de complexe

D'après cette figure nous remarquons que les niveaux de bruit les plus importants se situent au centre des différentes sections. En effet, c'est l'endroit où se trouve les machines les plus bruyantes (compresseurs, turbine, pompe, etc.). Nous remarquons aussi que les taux de bruit diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre des trains.

A partir de cette cartographie partielle de bruit de la zone d'exploitation, nous recommandons aux travailleurs de :

- Chercher des solutions pour réduisez les niveaux intenses.
- Éviter de rester longtemps dans les zones rouges qui sont déterminées par le simulateur pour ne pas subir des effets sanitaires nocifs.
- Un entretien générale au niveau des turbines.
- Doter le personnel exposé par des protections individuelles et veiller aux conformités.
- Protection collective, tels que le double vitrage, type de construction, éloigner le lieu de travail du personnel non concerné par l'exploitation.
- Contrôle médical, gestion du temps d'exposition à travers une étude d'exposition via le dosimètre.

Conclusion

CONCLUSION

Dans cet étude, nous avons réalisé un état des lieux sur les nuisances sonores générées dans la wilaya d'Oran « Zone touristique- industriel » plus particulièrement au niveau « Timimoun, Tamantit, Adrar centre et Raffinerie de Sbaa ». Nous avons tenté de contribuer à la résolution de ce problème par l'identification et la détermination des sources de bruit tout en réalisant une cartographie du bruit.

Notre travail a donc permis d'aboutir aux résultats suivants :

- ❖ Evaluer globalement l'exposition au bruit soumise à différentes sources de bruit.
- ❖ Etablir des prévisions générales pour les différentes zones étudiées.
- ❖ Faire un bilan sonore général.
- ❖ Identifier les zones rouges et les zones calmes.
- ❖ Servir ainsi à informer et à sensibiliser l'ensemble des riverains habitants des zones touristiques et les personnels de la raffinerie Sbaa.

A travers les différents résultats que nous avons obtenus nous pouvons conclure que :

1. Les zones les plus bruyantes sont ;

- Pour les zones touristiques « Adrar Centre, Timimoun centre, » La moyenne des niveaux sonores est inacceptable par rapport à la norme et aux réglementations.

- Pour la zone industriel-raffinerie Sbaa « la zone d'exploitation et la section topping » ; Les turbines et les compresseurs sont les machines les plus bruyantes. La réduction du bruit dans cette zone sonore est conditionnée par le port des protecteurs individuels de l'oreille, la durée d'exposition et les actions d'insonorisation au voisinage des sources bruyantes et de réduction de la propagation en extérieur.

2. La réduction du bruit permet d'améliorer la qualité du travail, de la vie, de conserver l'audition, de diminuer le stress et les maladies impliquées et par conséquent de diminuer les risques d'accident.

3. La ville de Tamantit est la plus confortable acoustiquement et la plus appropriée pour un investissement touristique.

Conclusion

4. Quel que soit l'endroit où l'on se trouve, le silence total n'existe pas.