

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE AHMED DRAIA  
-ADRAR-



جامعة أحمد دراية- أدرار  
Année / 2022

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

*Etude Acoustique de Bruit Générée Dans*

*Le Milieu Universitaire*

Présenté Par :

Melle/ Mr. ARAB Halima

et

Melle/ Mr. FENDI Ilham

Mr. Simili Bilel	Président	Grade	Université Ahmed Draia-Adrar
Mr. Elfahem Sakher	Rapporteur	Grade	Université Ahmed Draia -Adrar
Mr. Arbaoui iliace	Examineur	Grade	Université Ahmed Draia –Adrar

Année Universitaire 2021/2022



## شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): عربي الميادنا  
المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ : Etude Acoustique de Bruit Généré Dans le milieu universitaire

من إنجاز الطالب(ة): قتدي العام  
و الطالب(ة): عراي حليلة  
كلية: العلوم والتكنولوجيا  
القسم: علوم العمادة  
التخصص: كيمياء المحيط  
تاريخ تقييم / مناقشة: 25/05/2022

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها. وإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والإلكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

مساعد رئيس القسم:

Dr: ARBAOUS  
Hane

## Résumé :

Dans le cadre d'évaluation des émissions sonores existantes dans le milieu universitaire, une étude acoustique approfondie a été réalisée au niveau de l'université d'Adrar. Cette étude avait comme première mission d'estimer et d'identifier les différentes sources de bruit par la réalisation d'une investigation sonore à travers de l'analyse des résultats des questionnaires établis et distribués aux personnels de l'université d'Adrar. Après, l'identification des sources de bruit une série de mesures de bruit par deux sonomètres ont été faites à l'intérieur de l'université d'Adrar, d'identifier les sources et les origines de pollution au sein de l'université même, Le but était d'évaluer et vérifier niveaux de bruit par rapport aux normes internationales.

Les résultats de mesure trouvés ont montré dans le cadre générale le respect d'un côté : aux normes internationale des seuils du bruit autorisé, et d'un autre coté aux exigences environnementales lorsqu'il s'agit du confort acoustique.

**Mots clés :** étude acoustique, bruit, université d'Adrar

## ملخص

في إطار تقييم انبعاثات الضوضاء الموجودة في البيئة الجامعية تم اجراء دراسة صوتية متعمقة على مستوى جامعة ادرار كانت مهمتنا الأولى في هذه الدراسة تقدير وتحديد مصادر الضوضاء المختلفة من خلال اجراء تحقيق سليم من خلال تحليل نتائج الاستبيانات الموضوعية وتوزيعها على أعضاء جامعه ادرار. بعد تحديد مصادر الضوضاء , تم عمل سلسلة من قياسات الضوضاء بمقياس مستوى الصوت داخل جامعة ادرار, لتعرف على مصادر التلوث داخل نفس الجامعة . كان الغرض هو تقييم مستويات الضوضاء والتحقق منها مقابل المعايير الدولية. أظهرت نتائج القياس التي تم العثور عليها في الاطار العام الاحترام من جانب واحد للمعايير الدولية للحدود المسموح بها للضوضاء , وعلى الجانب الاخر للمتطلبات البيئية عندما يتعلق الامر بالراحة الصوتية .

**كلمات مفتاحية:** دراسة صوتية، ضوضاء، جامعة ادرار

## Abstract:

As part of the evaluation of existing noise emissions in the university environment, an in-depth acoustic study was carried out at the University of Adrar. This study had as its first mission to estimate and identify the different sources of noise by carrying out a sound investigation through the analysis of the results of the questionnaires established and distributed to the staff of the University of Adrar. After, the identification of noise sources a series of noise measurements by two sound level meters were made inside the University of Adrar, to identify the sources and origins of pollution within the same university , The aim was to assess and verify noise levels against international standards. The measurement results found showed in the general framework the respect on one side: to the international standards of the authorized noise thresholds, and on the other side to the environmental requirements when it comes to acoustic comfort.

**Keywords:** acoustic study, noise, Adrar University

## REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions **DIEU** le tout puissant de nous a donné la force, le courage, et la patience pour mener à terme ce modeste travail.

Nous remercions chaleureusement et avec gratitude nos enseignants de département des sciences de la matière et l'université Ahmed Draya Adrar.

On tient à remercier tout particulièrement notre encadreur **Dr. ARBAOUI ILIACE** pour nous avoir suivis et conseilles tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenus pendant notre cursus universitaire.

Tous ceux qui nous ont aidé ou conseillé de près ou de loin.

**MERCI**

# DÉDICACES

Ce document est dédié à beaucoup de gens, dans ma tentative de tous me les rappeler je peux en citer quelques-uns .que les autres m'en excusent.

Je dédie ce mémoire :

A mes chers parents, à toute ma famille, à mes camarades de la promotion et mes enseignants.

A mon binôme et mes chers amis(es), à tous mes enseignants durant ma formation et notamment notre encadreur.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, à toute personne dont j'aime place dans son cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime.

**HALIMA ARAB**

# DÉDICACES

Merci dieu le tout miséricordieux, ton amour et les grâces à mon égard m'ont donné la persévérance et le courage pour accomplir ce travail je dédie ce modeste travail :

A mes cher parents pour leurs efforts et leurs sacrifices durant tout ma vie, leurs encouragements et soutiens pour préserver jusqu' à l'aboutissement de ce travail .Qua 'ils retrouvent, dans ce travail, l'expression de ma recomaissance.

A mes frères Adel, Rabiaa et mes sœur Bouchra, Safaa votre soutien m'a donné force et encouragement.

A toutes mes amies Fatima, lalla hadia mes amis proches et mon amie au travail Halima.

A tous les gens que j'aime et qui m'aiment.

**ILHAM FENDI**

# **SOMMAIRE**

# SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations et symboles

Résumer

Introduction générale

## Partie I : PARTIE THEORIQUE

### CHAPITRE I : NOTION GENERAL

Titre	Page
Introduction	3
I.1. Petit historique	3
I.2. Notion de confort acoustique	4
I.3. Notion d'étude acoustique	4
I.4. le son	4
I.4.1. Notion de son	4
I.4.2. Origine de son	5
I.4.3. La perception du son	5
I.4.4. Types de son	5
I.4.4.1 Le son pur	5
I.4.4.2. Le son complexe	6
I.4.5. Les caractéristiques énergétiques de son	6,7
I.4.6 La vitesse du son	8
I.5. Le bruit :	8
I.5.1. Notion de bruit	8
I.5.2. Niveau de bruit	8,9
I.5.3. Echelle de bruit	9
I.5.4. Types de bruit	9, 10,11
I.6.1. L'oreille humaine	11
I.6.2. Sensibilité de l'oreille	12, 13,14



**CHAPITRE II :**  
**LES MODES DE PROPAGATION DE BRUIT**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
II.1. Propagation du son dans un espace libre	15
II.2. Propagation du son dans un espace clos	16
II.2.1. Divergence géométrique	17
II.2.2. Dissipation atmosphérique	17
II.2.3. Effet de la température	18
II.2.4. Réfraction	18
II.2.5. Effet du vent	18
II.2.6. Réflexion sur les parois	19
II.2.7. Absorption par les matériaux ou par le sol	19
II.2.8. Diffraction	19
II.2.9. Réverbération	20
II.2.10. Focalisation du son	20
II.2.11. Echos	21
II.2.12. Ondes stationnaires	21
II.2.13. Ondes en opposition de phase	21

**CHAPITRE III**  
**LES NORMES INTERNATIONALES**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
NORME INDIENNE CODE DE PRATIQUE POUR LA CONCEPTION ACOUSTIQUE DES AUDITORIUMS ET DES SALLES DE CONFERENCE	22
III.1. Champ d'application	22
III.2. Terminologie	22
III.2.1. Coefficient d'absorption	22
III. 2.2. Matière énergétique	22
III.2.3. Salle de conférence	22
III.2.4. Echo	22
III.2.5. Foyer	22
III.2.6. Système de sonorisation	22

III.2.7. Ratissage des sièges	22
III.2.8. Mur arrière	22
III.2.9. Réverbération	22
III. 2.10. Temps de Réverbération	22
III.2.11. Isolation acoustique des composants du bâtiment	22
III.2.12. Echelonnement des sièges	23
III.3. Exigences Acoustiques	23
III. 3.1. Salles utilisées pour la parole	23
III.4. Principes généraux de conception	23
III.4.1. Sélection et planification du site	23
III.4.2. Taille et forme	23
III.5. Sièges	26
III.6. Temps de réverbération	26
III.7. Distribution du matériel acoustique	27
III.8. Matériaux insonorisant	28
III.9. Système d'amplification du son	28
III.10. Exigences supplémentaires applicables aux auditoriums et aux salles de conférence en plein air	29

## **Partie II : PARTIE PRATIQUE**

### **Chapitre IV : ETUDE ACOUSTIQUE DE BRUIT GENEREES DANS LE MILIEU UNIVERSITAIRE**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Introduction	30
IV. Matériels utilisés	30
IV.1. Un sonomètre	31
IV.2. Descriptif de l'appareil :	31
IV.3. Caractéristique du sonomètre utilisé :	32
IV.4. L'approche utilisé et Méthodologie adoptée	33
IV.4.1. Résultats du Sondage	33
IV.4.1.1. Présentation de questionnaire	38
IV.4.1.2. Interprétation des résultats	39

IV.5. Résultats des Mesures	39
IV.5.1. pour les amphithéâtres universitaires	45
IV.5.2. Pour les bibliothèques universitaires	48
IV.5.3. Hall technologique	49
IV.5.4. Pour les administrations universitaires	55
IV.5.4.7. Interprétation générale	56
IV.5.5. Cartographie de bruit	56
Introduction	56
IV.5.5.1.PARTIE SIMULATION	56
IV.5.5.1.1. Généralité sur la simulation	56
IV.5.5.1.2. Présentation l’outil de simulation le code tympan	56
IV.5.6. Cartographie de Bruit	57
IV.5.6.3. Procédure de la simulation	58
IV.5.7. Interprétations des résultats	64

**Conclusion générale**

**Référence bibliographie**

# **LISTE DES FIGURES**

## LISTE DES FIGURES

### Partie I : PARTIE THEORIQUE

#### CHAPITRE I : NOTION GENERALE

Figure	Page
<b>Figure.1</b> : son pur	5
<b>Figure.2</b> : son complexe	6
<b>Figure.3</b> :l'échelle de bruit	9
<b>Figure.4.</b> schéma du système auditif	11
<b>Figure.5</b> : l'oreille humaine	12
<b>Figure.6.</b> Sons audibles de 20 à 20000 Hz	13
<b>Figure.7.</b> Diagramme de Fletcher et Munson	13

#### CHAPITRE II :

#### LES MODES DE PROPAGATION DE BRUIT

Figure	Page
<b>Figure.1.</b> Source sonore ponctuelle	15
<b>Figure.2.</b> Source sonore linéaire	15
<b>Figure.3.</b> Chemins de propagation du son dans une salle	17
<b>Figure.4.</b> Les ondes secondaires possèdent bien sûr moins d'énergie que l'onde incidente, la différence étant dissipée en chaleur par le matériau	18
<b>Figure.5.</b> Réfraction par le vent	19
<b>Figure.6.</b> Schéma d'une réverbération	20
<b>Figure.7.</b> Focalisation du son	21

#### CHAPITRE III

#### LES NORMES INTERNATIONALES

Figure	Page
<b>Figure.1.</b> temps de réverbération optimal à 500 cycles pour les salles de type différé AB, A en fonction du volume de la salle.	27

## Partie II : PARTIE PRATIQUE

### Chapitre IV : ETUDE ACOUSTIQUE DE BRUIT GENEREE DANS LE MILIEU UNIVERSITAIRE

Figure	Page
<b>Figure.1.</b> Université d'Adrar	30
<b>Figure.2.</b> le sonomètre utilisé	31
<b>Figure.3.</b> Problèmes de bruits	36
<b>Figure.4.</b> Types de bruits	36
<b>Figure.5.</b> L'influences des bruits extérieurs sur le rendu de l'étudiant	36
<b>Figure.6.</b> la sensibilité au bruit en tant que nuisances	36
<b>Figure.7.</b> L'indique d'où viennent ces nuisances	37
<b>Figure.8.</b> Le confort acoustique pendant le cours	37
<b>Figure.9.</b> Les conséquences du bruit dans la vie quotidienne	37
<b>Figure.10.</b> Les horaires les plus sensibles aux expositions de bruits	37
<b>Figure.11.</b> Propose un meilleur confort acoustique dans l'université	38
<b>Figure.12.</b> Position de mesurage de bruit en Amphi 1	40
<b>Figure.13.</b> Position de mesurage de bruit en Amphi 2	41
<b>Figure.14.</b> Position de mesurage de bruit en Amphi K	42
<b>Figure.15.</b> Position de mesurage de bruit en Amphi C	44
<b>Figure.16.</b> Position de mesurage de bruit en Amphi G	45
<b>Figure.17.</b> Position de mesurage de bruit en bibliothèque centrale	48
<b>Figure.18.</b> Position de mesurage de bruit en Hall technologique	49
<b>Figure.19.</b> Position de mesurage de bruit en centre de calcul	50
<b>Figure.20.</b> Position de mesurage de bruit en Bureaux Enseignants	51
<b>Figure.21.</b> position de mesurage de bruit en centre médico-social	52
<b>Figure.22.</b> Position de mesurage de bruit en Médiathèque et audiovisuel	53
<b>Figure.23.</b> Position de mesurage de bruit en Administration des facultés	54
<b>Figure.24.</b> Position de mesurage de bruit en Laboratoire pédagogique	55
<b>Figure.25.</b> Cartographie du bruit de l'amphi 1	57
<b>Figure.26.</b> Cartographie du bruit de l'amphi 2	58
<b>Figure.27.</b> Cartographie du bruit de l'amphi K	58
<b>Figure.28.</b> Cartographie du bruit de l'amphi C	59
<b>Figure.29.</b> Cartographie du bruit de l'amphi G	59

<b>Figure.30.</b> Cartographie du bruit de la Bibliothèque central	60
<b>Figure.31.</b> Cartographie du bruit du Hall technologique	60
<b>Figure.32. Cartographie</b> du bruit du Centre de calcul	61
<b>Figure.33. Cartographie</b> du bruit des Bureaux Enseignants	61
<b>Figure.34.</b> Position de mesurage de bruit en Centre médico-social	62
<b>Figure.35.</b> Position de mesurage de bruit en Médiathèque et audiovisuel	62
<b>Figure.36.</b> Position de mesurage de bruit en Administration des Facultés	63
<b>Figure.37.</b> Position de mesurage de bruit en Laboratoire pédagogique	63

# **LISTE DES TABLEAUX**



## Liste des tableaux

### Partie I : PARTIE THEORIQUE

#### CHAPITRE I : NOTION GENERALE

Tableaux	Page
<b>Tableau.1.</b> Caractéristiques de son.	4,5
<b>Tableau.2.</b> Vitesse du son dans l'air en fonction de la température	8
<b>Tableau.3.</b> les Parties de l'oreille humaine	12

### Partie II : PARTIE PRATIQUE

#### Chapitre IV : ETUDE ACOUSTIQUE DE BRUIT GENEREE DANS LE MILIEU UNIVERSITAIRE

Tableaux	Page
<b>Tableau .1.</b> Questionnaire dans l'université d'Adrar	33, 34,35
<b>Tableau.2.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi 1	39
<b>Tableau .3.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi 2	40
<b>Tableau.4.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi 3	41
<b>Tableau.5.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi K	42
<b>Tableau.6.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi D	43
<b>Tableau.7.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi C	43
<b>Tableau.8.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi E	44
<b>Tableau.9.</b> Résultats de mesure de bruit en Amphi G	45
<b>Tableau.10.</b> Résultats de mesure de bruit en bibliothèque scientifique et technique	46
<b>Tableau.11.</b> Résultats de mesure de bruit en bibliothèque des sciences économiques, commerciales et de gestion	46
<b>Tableau.12.</b> Résultats de mesure de bruit en bibliothèque centrale	47
<b>Tableau.13.</b> Résultats de mesure de bruit en Hall technologique	48
<b>Tableau.14.</b> Résultats de mesure de bruit en centre de calcul	49
<b>Tableau.15.</b> Résultats de mesure de bruit en Bureaux Enseignants	50
<b>Tableau.16.</b> Tableau de mesure de bruit en centre médico-social	51

<b>Tableau.17.</b> Tableau de mesure de bruit en Médiathèque et audiovisuel	52
<b>Tableau.18.</b> Tableau de mesure de bruit en Administration des facultés	53
<b>Tableau.19.</b> Tableau de mesure de bruit en Laboratoire pédagogique	54

**LISTE DES ABREVIATIONS  
ET SYMBOLES**

## Liste des abréviations et symboles

F : fréquence

HZ : Hertz

S : Seconde

L<sub>Aeq</sub>: Niveau sonore moyen équivalent

GBF : générateur à base de fréquence

T : période, exprimée en Secondes (s)

L<sub>p</sub> : Niveau de pression acoustique (niveau sonore)

Pa : pascal

P : pression acoustique, exprime en pascal (Pa)

P<sub>0</sub>: pression acoustique de référence équivalant à  $2 \cdot 10^{-5}$ Pa

I : intensité acoustique en ( $w/m^2$ )

I : intensité acoustique de référence égale à  $10^{-12}w/m^2$

W : watt, unité utilisée pour exprimer la puissance acoustique

L<sub>I</sub>: Niveau d'intensité acoustique

L<sub>w</sub> : Niveau de puissance acoustique

W<sub>0</sub>: puissance acoustique

W : puissance acoustique(en watts)

C<sub>0</sub>: vitesse du son

T : température en Kelvin

C : cléréte du son

ISO : organisation internationale de normalisation

OMS : organisation mondiale de la santé

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

# Introduction générale :

---

## Introduction générale :

L'acoustique est un mot grec qui veut dire « entendre » les phénomènes physique ou physiologique lié à l'émission ou à la perception des sons [2]. Ou des bruits font partie de l'acoustique.

Le bruit est un type de pollution environnementale le plus dangereux et le plus répandu pour la santé humaine, mais il est souvent négligé et sous-estimé, car il n'a ni couleur, ni gout, ni odeur. Il est considéré comme un problème environnemental (tel que la pollution de l'air, pollution de l'eau, pollution du sol, la pollution lumineuse et la pollution visuelle).

Le cumul de toutes les sources sonores peut avoir un impact sanitaire non négligeable, des effets négatifs et son impact sur le cœur, les vaisseaux sanguins et la tension artérielle. Le bruit est défini comme des sons hétérogènes dont l'intensité dépasse la plage normale (50 dB) pour devenir nocifs pour la santé humaine, en particulier les humaine, (une personne ne peut pas penser et se concentrer si le rapport dépasse 65 dB) en particulier l'oreille, car cette dernière capte toujours les sons même pendant le sommeil, Est un organe fondamental pour communiquer. L'audition permet une communication inter personnelle et assure nos rapports avec les autres. L'oreille est un support intellectuel, un outil de convivialité et d'épanouissement de soi. Elle a un rôle fondamental dans notre capacité à nous situer dans le monde environnant crêpée spatial et temporel. La perception du son et du langage est indispensable à notre compréhension.

L'enseignement supérieur où les enseignants utilisent des nouvelles méthodes d'enseignements (travail de groupe) dans leur travail avec les étudiants ils produisent des sons aléatoires conduits une nuisance sonore, dans la salle de classe, en comparaison de ceux produits par l'enseignement traditionnel. L'enseignement moderne ont beaucoup davantage sur la facilité du partage du savoir permettant délibérément à plusieurs personnes de parler en même temps .de ce fait, le signal sonore d'un groupe de travail devient gênant (interfèrent) pour une autre groupe. [2]

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la qualité des ambiances acoustiques de l'espace universitaires dans lesquels ils s'inscrivent (les bibliothèques, les amphis, les administrations). Le but de cette mémoire est de découvrir la source du bruit à travers des questionnaires de quelques étudiants et de connaître les lieux qui sont les plus sensibles au bruit.

## Introduction générale :

---

L'équation émission-perception du son à une grande importance dans notre vie quotidienne, il est donc nécessaire de considérer la question des phonèmes de propagation de bruit avec beaucoup de soin.

Pour mener à bien notre étude nous avons structuré notre mémoire en deux grandes parties, première partie est la partie théorique, la deuxième est la partie pratique.

Dans la partie théorique :

**Le premier chapitre :** On fait un rappel sur certains concepts généraux de base de l'étude acoustique et le concept de son, avec le concept de bruit et l'oreille humaine.

**Le deuxième chapitre :** explique les différents modes de la propagation de bruit

**Le troisième chapitre :** est consacré, les normes internationale (cas des normes indienne : code de pratique pour la conception acoustique des auditoriums et des salles de conférence).

Dans la partie pratique :

**Du quatrième chapitre :** nous avons adopté une approche précise pour établir une méthodologie de recherche d'une étude acoustique applicable dans le milieu universitaire qui inclut l'échelle sonore utilisée, dans un deuxième temps, nous avons réalisé un questionnaire distribué aux personnel de l'université « étudiant-enseignant ». Nous terminerons le travail réalisé par une cartographie de bruit établi selon les mesures obtenues.

# **PARTIE THEORIQUE**



**CHAPITRE I**  
**NOTION GENERALE**

### **Introduction :**

Le secteur de l'acoustique est un secteur très vaste car c'est un domaine physique qui étudie les sons. Il est nécessaire de comprendre comment le son se propage et se transmet. Dans un premier temps, nous étudierons dans ce chapitre les notions de base (les principes de l'acoustique) et la notion de bruit qui provoque de nuisance sonore.

### **I.1. Petit historique :**

Les premières études des phénomènes sonores remontent à la Grèce Antique. Les philosophes de l'école pythagoricienne considéraient le monde comme une "Harmonie Universelle", exprimant ainsi que l'univers est musique comme le déclarait Hermès : "la musique est la connaissance de l'ordre des choses". Leurs travaux, dans lesquels l'aspect musical et physique étaient confondus, leur permit de découvrir qu'il existait une relation entre la longueur d'une corde et la hauteur du son émit par elle. Ils s'établirent également les intervalles remarquables entre les différentes hauteurs de sons. Ces intervalles définissent la relation entre les différentes notes d'un accord (tierce, quinte, octave...). On leur doit également les premières réalisations d'acoustiques architecturales avec les célèbres amphithéâtres nommés Épidaure. Ces ouvrages permettent à l'orateur de se faire entendre d'un grand nombre de personnes en utilisant simplement une géométrie particulière. Il faut attendre le XVII<sup>ème</sup> siècle, avec le développement de la mécanique, pour que l'acoustique se détache de l'art musical et devienne une science des phénomènes sonores. Le problème de la corde vibrante fut le premier à être résolu et constitue une base sur lesquels les physiciens de l'époque construisirent la théorie acoustique. Ce fut Mersenne qui dans son ouvrage "Harmonicorum Liber" (1636) donna en premier les relations mathématiques reliant la fréquence, la longueur d'onde, la tension de la corde et la masse. Peu de temps après Bernoulli (1700-1782) démontra que le mouvement de la corde pouvait être décomposé en une somme de mouvements simples. Ce que Fourier (1768-1831) immortalisa dans son célèbre théorème portant son nom. Outre le problème de la corde vibrante la question de la vitesse de propagation du son à également passionné les scientifiques de l'époque. Les valeurs, expérimentales allaient de 450 m/s à 332 m/s. La dépendance de cette grandeur aux conditions atmosphériques fut également dégagée. L'histoire de l'acoustique se mélange parfois avec celle de la lumière, en particulier lorsque Huygens dans le "Traité de la lumière" (1690) donna une explication complétée des phénomènes sonores et lumineux. C'est avec l'ouvrage de Lord Rayleigh (1842-1919) que l'acoustique moderne est instituée. Ce livre demeure malgré d'importantes avancées, une référence. . [12]

**I.2. Notion de confort acoustique :**

**Le confort acoustique** est assuré quand on a la capacité d'entendre les bruits qu'on souhaite sans être gêné par les autres. [1] « Le confort acoustique a une forte influence sur la qualité de vie au quotidien, chez soi, au travail, en vacances ..., ainsi que sur les relations de bon voisinage. Au contraire, il est fréquent qu'un mauvais confort acoustique procure, au bout d'un moment, des effets négatifs (nervosité, sommeil contrarié, fatigue) et peut à terme poser des problèmes de santé ». [2]

**I.3. Notion d'étude acoustique :** C'est une science qui étudie les différents phénomènes de propagation de bruit et de son.

**I.4. le son**

**I.4.1. Notion de son :** est une onde mécanique longitudinale constituée de compressions et dilatations du milieu (gazeux ou solide) sans transport de matière. [3]

Le son est une Sensation auditive engendrée par une onde acoustique qui se propage dans un milieu élastique, « La vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 m/s ». [4]

Tout son résulte de la vibration d'un corps qui met en vibration l'air environnant, sous forme d'onde de pression et de dépression. C'est la variation de pression qui se déplace de proche en proche. L'onde acoustique est une onde de pression à l'image d'une onde à la surface de l'eau. La vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 m/s. [8]

Le son est un phénomène physique qui correspond à une infime variation périodique de la pression atmosphérique en un point donné.

Le son est produit par une mise en vibration des molécules qui composent l'air ; ce phénomène vibratoire est caractérisé par sa force, sa hauteur et sa durée : [5]

**Tableau.1.** Caractéristiques de son. [5]

<b>Perception</b>	<b>Échelles</b>	<b>Grandeurs physiques</b>
Force sonore (pression acoustique)	Fort Faible	Intensité I Décibel, décibel <b>dB(A)</b>
Hauteur (son pur)	Aigu Grave	Fréquence F <b>Hertz</b>
Timbre (son complexe)	Aigu Grave	Spectre
	Longue	Durée LAeq (niveau

Durée	Brève	moyen équivalent)
-------	-------	----------------------

### I.4.2. Origine de son :

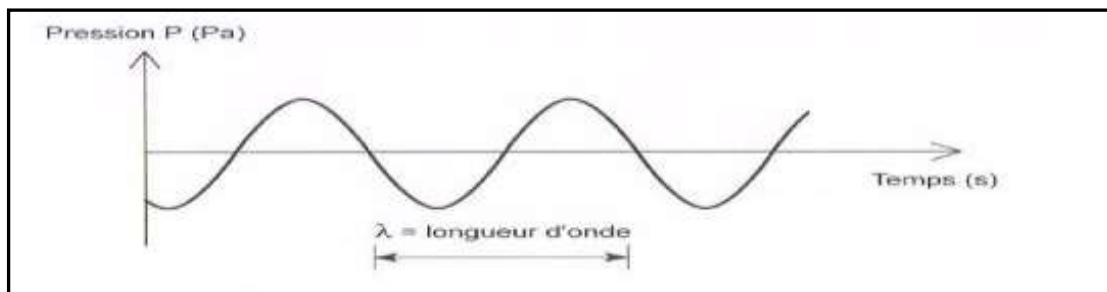
Le son c'est la sensation auditive engendrée par une onde acoustique qui se propage dans un milieu. L'onde acoustique résulte d'une vibration de l'air due à une suite de pression et de dépression. Tout son résulte de la vibration d'un corps. Dans l'air, la vibration des molécules se transmet de proche en proche depuis la source jusqu'à l'organe de réception qui peut être un appareil de mesure ou l'oreille humaine. Le son est caractérisé par son niveau et sa fréquence. [7]

**I.4.3. La perception du son :** Le fait qu'un son soit audible ou non dépend principalement de notre système auditif. Il a ses limites et il faut en tenir compte puisque le confort ou la correction acoustique sont liés à notre perception auditive. Les limites de notre ouïe sont les suivantes :

- En dessous de 20 Hz : inaudibles infrasons
- De 20 Hz à 400 Hz audible : graves
- De 400 Hz à 1600 Hz : audible : médiums
- De 1600 Hz à 20 KHz : audible aigus
- Au-dessus de 20 KHz inaudible : ultrasons. [8]

### I.4.4. Types de son :

**I.4.4.1 Le son pur :** Un son émis par un haut-parleur alimenté par un GBF (générateur à base de fréquence) en mode sinusoïdal ou par un diapason est un son pur ou simple. Les vibrations sonores enregistrées avec un microphone sont périodiques et sinusoïdales de fréquence F. [3] C'est le son émis sur une seule fréquence par un diapason, la variation du niveau physique de ce son avec le temps est de forme sinusoïdale. [7]



**Figure.1 : son pur [2]**

### I.4.4.2. Le son complexe :

Un son émis par un instrument de musique ou par la voix est un son complexe. [3]  
On observe un signal périodique de forme complexe et de fréquence **F**. [3]  
Le théorème de Fourier permet de décomposer un son complexe, de fréquence **f**, en une somme de signaux simple de fréquences **F, 2F, 3F, 4F,...** appelés les harmoniques. Le signal simple de fréquence **F** est appelé le premiers harmonique ou encore le fondamental. [3]  
C'est les son émis sur beaucoup de fréquences à la fois, donc pour le présenter un couple de grandeurs n'est plus suffisant, dans ce cas on doit recourir à la notion « spectre sonore ». [7]

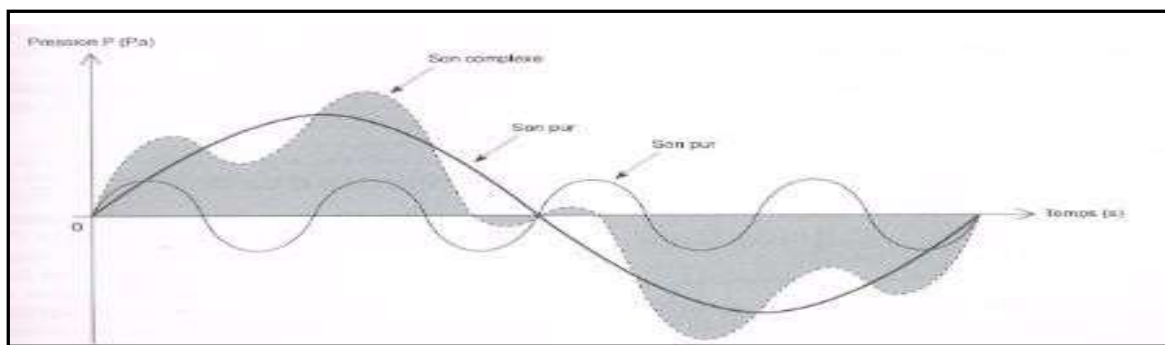


Figure.2 : son complexe. [2]

### I.4.5. Les caractéristiques énergétiques de son :

#### ✓ La fréquence sonore :

Au sein de l'onde sonore la pression fluctue un certain nombre de fois autour de la pression atmosphérique. Le nombre de fluctuations par seconde définit la fréquence de son en hertz (HZ) La période **T** est le temps entre 2 fluctuations en seconde Plus la période **T** est longue, plus la fréquence est basse : on obtient un son. [7]

$$T = \frac{1}{F} \text{ (s) } \text{ ou bien } F = \frac{1}{T} \text{ (Hz)}$$

On distingue trois types de fréquences :

- les fréquences graves (de 20 à 400 Hz),
- les fréquences médium (de 400 à 1600 Hz),
- les fréquences aiguës (de 1600 à 20 000 Hz)

#### ✓ Le niveau sonore :

Le niveau sonore ou niveau de pression acoustique ( $L_p$ ) caractérise l'amplitude du son. Le niveau sonore s'exprime en Pascal (Pa). L'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise dans la pratique une échelle logarithmique pour caractériser l'amplitude

sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB). Le niveau sonore permet de définir la puissance d'un son. [7]

$$L_p = 10 \log \frac{P_e^2}{P_0^2} = 20 \log \frac{P_e}{P_0}$$

✓ **Niveaux de pression acoustique :**

D'une manière générale, on a évalué le niveau des bruits en fonction de la pression acoustique. Les acousticiens utilisent le décibel (dB) pour mesurer le niveau de pression acoustique  $L_p$  ou niveau sonore. Le niveau de pression est lié à la pression acoustique efficace  $P$  mesurée en un point par l'expression suivante :

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_0} = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2}$$

Où  $P$  indique la pression acoustique efficace de l'onde sonore exprimée généralement en (Pa), et  $P_0$  la pression acoustique de référence égale à  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa. Cette pression correspond, en moyenne, au seuil d'audibilité pour un son pur de fréquence 1000 Hz.

✓ **Niveaux d'intensité acoustique :**

Le niveau d'intensité acoustique  $L_I$  se mesure en décibel. Il est lié à l'intensité acoustique en un point par la formule suivante :

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Dans laquelle  $I$  représente l'intensité acoustique mesurée en  $W/m^2$ , et  $I_0$  l'intensité acoustique de référence égale à  $10^{-12}$   $W/m^2$ . Dans les conditions habituelles de température et de pression, le niveau d'intensité est égal au niveau de pression.

✓ **Niveaux de puissance acoustique :**

Afin d'éviter toute confusion entre la pression  $P$  et la puissance, nous adoptons le symbole  $W$  pour la puissance. Le niveau de puissance acoustique  $L_w$  se mesure en décibels et est lié à la puissance acoustique par l'expression suivante :

$$L_w = 10 \log \frac{w}{w_0}$$

Où  $w$  représente la puissance acoustique de la source exprimée en Watts, et  $w_0$  la puissance acoustique de référence égale à  $10^{-12}$  W. Ces valeurs exprimées en décibels ne sont valables que pour des sons purs ou des bruits de fréquence axés sur 1000 Hz. [2]

**I.4.6 La vitesse du son :**

La vitesse du son, généralement notée  $C_0$ , dépend du milieu de propagation, ainsi que de l'état de ce milieu. Dans l'air, la vitesse de propagation dépend principalement de la température (voir tableau ci-dessus) ; on a approximativement :

$$C_0 = 20.05\sqrt{T} \quad \text{Ou } T \text{ est la température en Kelvin.}$$

**Tableau.2.** Vitesse du son dans l'air en fonction de la température. [12]

Température (C°)	$C_0$ [m.S <sup>-1</sup> ]
-10 C°	325.2 m.S <sup>-1</sup>
0 C°	331.4 m.S <sup>-1</sup>
10 C°	337.3 m.S <sup>-1</sup>
20 C°	343.2 m.S <sup>-1</sup>
30 C°	349.0 m.S <sup>-1</sup>

**Note :** dans les solides, les deux types d'ondes (longitudinales et transversales) ont des célérités différentes. . [12]

**I.5. Le bruit :****I.5.1. Notion de bruit :**

L'ISO (organisation internationale de normalisation) définit le bruit comme « un phénomène acoustique (qui relève donc de la physique) produisant une sensation (dont l'étude concerne la physiologie) généralement considérée comme désagréable ou gênante (notions que l'on aborde au moyen des sciences humaines - psychologie, sociologie) ». [5]

Le bruit est un phénomène physique que l'on peut mesurer à l'aide d'indicateurs. Cependant, des facteurs subjectifs sont également à prendre en compte pour appréhender la gêne causée par le bruit. Ce dernier provoque des effets néfastes à la santé. [6]

Le bruit est une sensation auditive considérée comme désagréable ou gênante. Il est caractérisé par sa fréquence (en hertz), son niveau (en décibels, dB ou dB(A), son spectre et sa durée. [4]

Une combinaison d'ondes sonores de fréquence et d'amplitude différente sera nommée bruit. [4]

**I.5.2. Niveau de bruit :**

A chaque fréquence  $F_i$  de pression  $P_i$  correspond un niveau de bruit ou de pression acoustique note  $L_p(F_i)$  exprimé en décibel (dB).

Cette notion est utilisée pour permettre d'exprimer aisément des pressions allant de  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa à 20 Pa cet intervalle correspond à la sensibilité de l'oreille humaine.

-Le niveau de pression acoustique  $L_p(f_i)$  est calculé en utilisant l'expression suivante :

$$L_p(f_i) = 10 \log_{10} [(p_i/p_0)]^2 \text{ dB}$$

Avec :

$\log_{10}$  : logarithme décimal ;  $P_i$  : pression acoustique du bruit en Pa ;  $P_0$  : pression acoustique de référence prise égale à  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa.

La pression acoustique de référence correspond au seuil d'audibilité de l'oreille humaine. [2]

**I.5.3. Echelle de bruit :** A titre d'information, l'échelle de bruit ci-dessous permet d'apprécier et de comparer différents niveaux sonores et types de bruit. Ainsi, la contribution sonore au pied d'une éolienne est de l'ordre de 50 à 60 dB(A) selon le type, la hauteur et le mode de fonctionnement.

Ces niveaux sonores sont comparables en intensité à une conversation à voix normale. . [13]



Figure.3:l'échelle de bruit [11]

### I.5.4. Types de bruit :

**1- Bruits normalisés ou bruits de référence :** Les bruits normalisés sont créés artificiellement et utilisés pour des mesures acoustiques. On distingue :

- **Bruit blanc :** est composé de toutes les fréquences audibles au même niveau de pression sonore, sa densité spectrale de puissance constante quelle que soit sa fréquence. Ces fréquences doublent d'une octave à l'autre et ont toutes la même énergie qui croissent de trois décibels par octave. [1]



- **Bruit rose** : bruit dont l'intensité est inversement proportionnelle à la fréquence et dont le niveau par bande d'octave est constant. Il contient plus de sons graves que d'aigus. Il est utilisé pour mesurer l'isolement à l'intérieur des bâtiments et l'isolement des façades au bruit des avions. [1]

- **Bruit route** : bruit dont le niveau sonore dans chacune des bandes d'octave ou de tiers d'octave est voisin de celui des trafics routier et ferroviaire. Il est plus riche en sons graves que le bruit rose.

Son spectre est continu dans une bande d'octave mais l'intensité en décibels dans chaque bande d'octave est fixée par rapport à l'intensité contenue dans la bande d'octave centrée sur 1000 Hz. Les variations des autres bandes d'octave par rapport à cette bande sont respectivement de : +6 dB (à 125 Hz) ; + 5 dB (à 250 Hz), + 1 dB (à 500 Hz), - 2 dB (à 2000 Hz), -8 dB (à 4000 Hz). [1]

- **Bruit de chocs normalisés** : bruit produit dans un local par une machine à cinq marteaux frappant le sol pour mesurer l'isolation d'un revêtement. [1]

### 2- Bruit Solidien et Aérien :

- **Bruit continu** : Un bruit émis sans interruption, sur le même mode, tel que le bruit émis par une VMC, un compresseur une pompe. - **Bruit intermittent** : Un bruit discontinu, émis moins de 50% du temps. Dans le bâtiment, il s'agit notamment des bruits de sanitaires ou d'ascenseurs. [1]

**Bruit impulsionnel** : Consiste en une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique d'une durée inférieure à 1s et séparées par des intervalles de temps d'une durée supérieure à 0.2 s : Exemples : claquement de portes, coups de bélier, les explosions, les bruits de pétards... . [1]

-**Bruit à tonalité marquée** : Le contenu tonal de ce bruit est identifiable soit directement à l'oreille (oiseau, moustique, sifflet de l'arbitre), soit au moyen d'une analyse de fréquence. . [1]

- **Bruit fluctuant** : bruit ayant des fluctuations de niveau supérieur à 5 dB mesuré avec un sonomètre en mode lent. . [1]

- **Bruit stable** : bruit ayant des fluctuations inférieures à 2 dB sur un sonomètre en mode lent. . [1] **Bruit particulier** : bruit du milieu ambiant pouvant être identifié spécifiquement. . [1]

-**Bruit résiduel** : bruit ambiant en l'absence de bruits particuliers

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

-**Bruit solidien** : bruit se propageant dans les solides. On distingue les bruits d'impacts (bruits de chocs sur une paroi) et bruits d'équipement (ascenseur, chaudière...) ;

**-Bruit ambiant ou bruit de fond :** ensemble de bruits émis par toutes les sources sonores proches ou éloignées en un lieu et à un instant donné. [1]

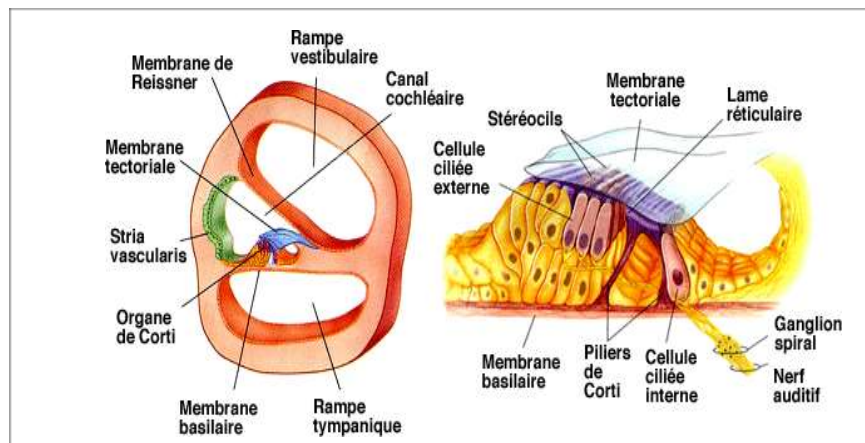
**I.6. Système et processus auditif :** Le système auditif est constitué de deux composantes : Le système auditif périphérique est constitué de l'oreille externe, avec en particulier le pavillon, qui capte et fait converger les vibrations sonores vers le tympan, et de l'oreille moyenne qui permet la transmission des vibrations de la membrane tympanique par trois osselets (le marteau, l'enclume et l'étrier) à l'oreille interne (ou cochlée) qui génère l'influx nerveux transmis au cerveau par le nerf cochléaire, et qui abrite l'organe de Corti. Constitué de cellules ciliées et d'un liquide nutritif, ses ondulations viennent déterminer les mouvements des cils et stimuler les cellules sensorielles.

Le système auditif central est constitué par les fibres nerveuses qui partent des cellules ciliées et se rassemblent pour constituer le nerf auditif dont le message nerveux est relié au cortex cérébral par des relais neuronaux appelés noyaux (notamment amygdalien) composés de neurones avec des fonctions propres. Les cellules ciliées vont réagir préférentiellement à certaines fréquences et intensités sonores.

Si le noyau amygdalien accroît la sensibilité à des sons perturbants répétés en entraînant des réactions très rapides par sa liaison directe aux systèmes endocriniens et végétatif, le rôle du muscle stapédien, situé dans l'oreille moyenne, est plutôt protecteur de fortes intensités par sa contraction réflexe en 30 millisecondes, dans le cas de fréquences non aiguës. Toutefois il reste inefficace sur des bruits impulsionnels et de longue durée (fatigabilité). [6]

**I.6.1. L'oreille humaine :** est composée de trois parties :

- **L'oreille externe,**
- **L'oreille moyenne**
- **L'oreille interne**

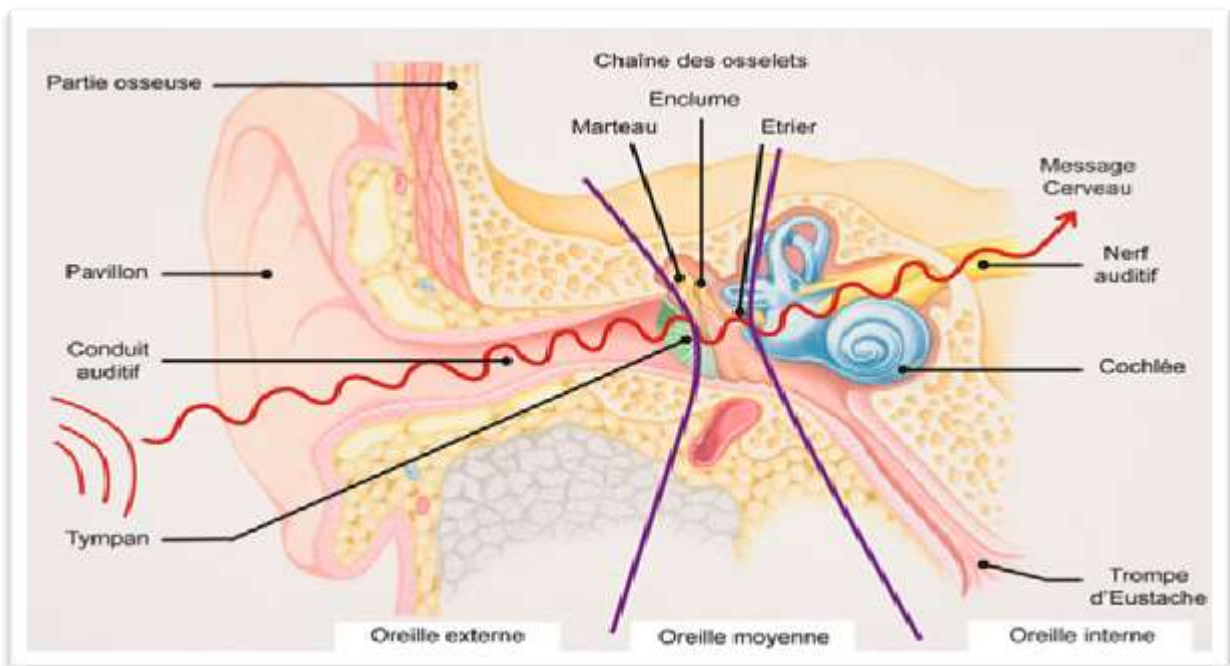


**Figure.4.** schéma du système auditif [6]

- Chacune d'entre elles jouant un rôle précis dans la transmission sonore. [10]

**Tableau.3.** les Parties de l'oreille humaine. [10]

Partie de l'oreille	structure	Rôle
<b>Oreille externe</b>	- le pavillon - le conduit - le tympan	Collecte les ondes sonores
<b>Oreille moyenne</b>	- la cavité - trois osselets : marteau, enclume et étrier	Transmet les vibrations du tympan à l'oreille interne
<b>Oreille interne</b>	- la cochlée - le vestibule	Transforme les vibrations en influx nerveux qui se propage par le nerf auditif vers le cerveau



**Figure.5 :** l'oreille humaine [11]

**I.6.2. Sensibilité de l'oreille :** L'oreille transforme les pressions acoustiques en sensation auditives. Elle ne perçoit pas de la même manière toutes les fréquences. L'ensemble de courbes de la figure ci-dessous est appelée diagramme de Fletcher et Munson. Il représente les courbes d'égale sensation sonore d'une oreille humaine normale en fonction de la fréquence. La zone d'audition normale est comprise entre la limite de la douleur (vers 120 décibels) et le

seuil d'audition (0 dB à 1000 Hz). Elle est en outre limitée vers 30 Hz pour les fréquences basses et vers 15000 Hz pour les fréquences hautes. Ce diagramme est une moyenne. Il montre que la sensibilité de l'oreille. [12]

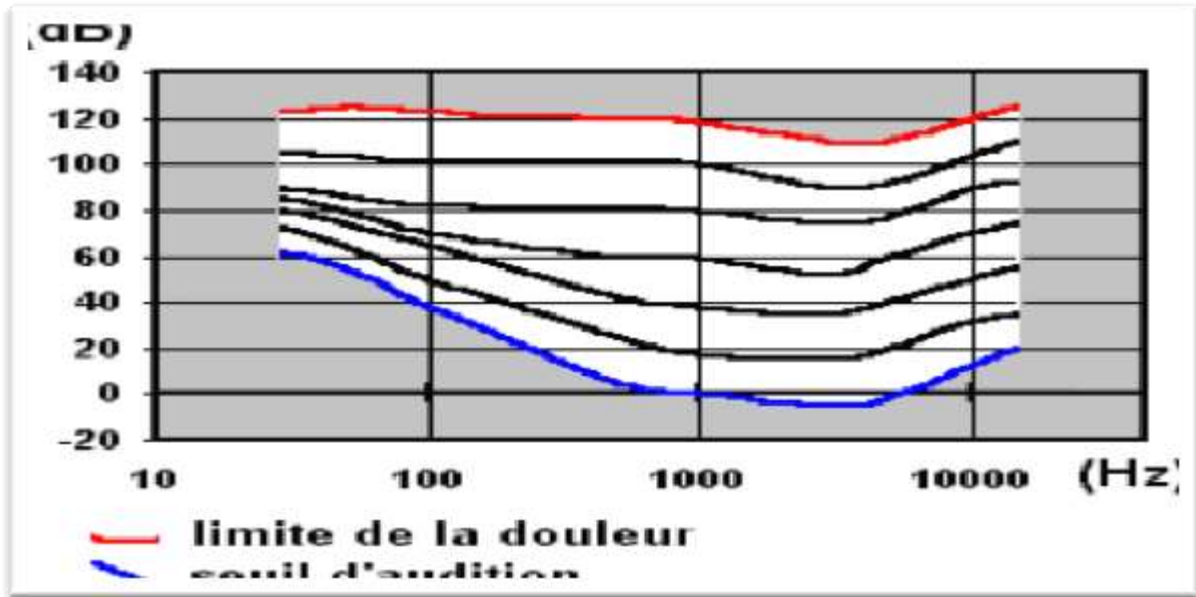


Figure.6. Sons audibles de 20 à 20000 Hz. [12]

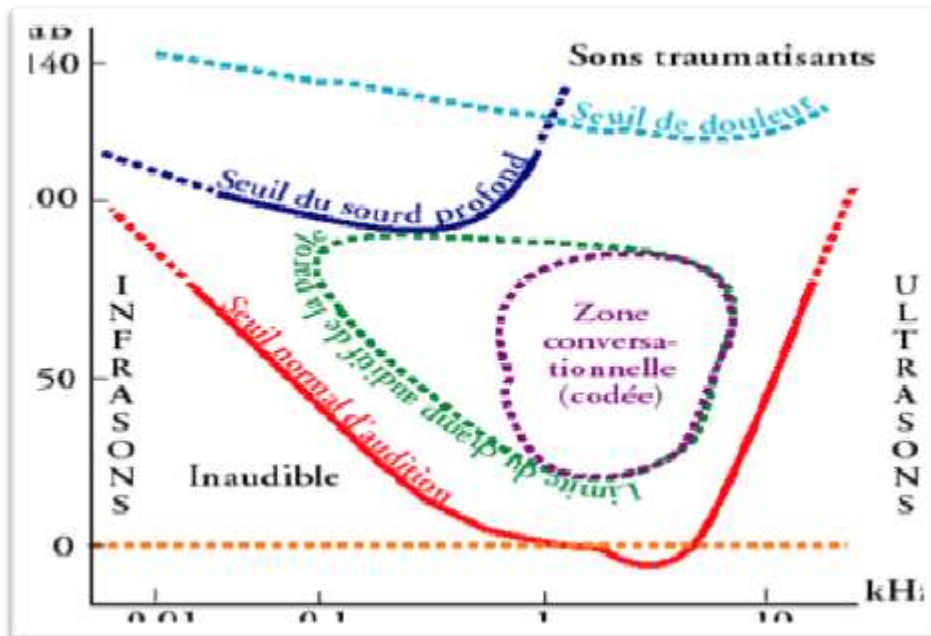


Figure.7. Diagramme de Fletcher et Munson. [12]

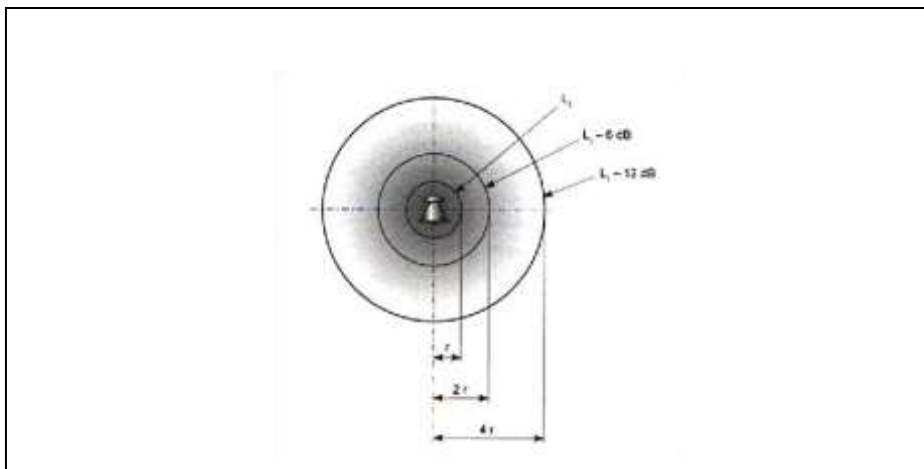
est maximale entre 1000 et 5000Hz. Les limites évoluent d'un sujet à l'autre et pour un même individu en fonction de l'âge ou des maladies et accidents. Entre 20 Hz et 15000 Hz, la sensation auditive produite par un son pur de niveau  $L_p$  varie en fonction de la fréquence. On a la même sensation pour un son de fréquence 1000 Hz à 40 dB, pour un son de fréquence 100 Hz à 65 dB et pour un son pour un son de fréquence 10000 Hz à 50 dB. Ces 3 sons ont un même niveau d'isophonie de 40 phons (unité qui sert à exprimer le niveau d'isophonie). L'échelle des phons coïncide avec l'échelle des dB SPL pour un son de 1 kHz).[12]

**CHAPITRE II**  
**LES MODES DE PROPAGATION**  
**DE BRUIT**

**II.1. Propagation du son dans un espace libre :**

Un champ libre est un espace aérien dans lequel une onde acoustique ne rencontre pas d'obstacle. [2]. On distingue deux types de sources sonores selon leur émissivité et propagation du son : Les sources sonores dites ponctuelles comme une éolienne, un avion ou un clocher, et les sources sonores linéaires comme le trafic routier.

Dans le cas d'une source sonore ponctuelle, le niveau sonore décroît de 6 dB chaque fois que la distance séparant le point de mesure de la source sonore est doublée. Par contre, pour une source sonore linéaire rectiligne, le niveau sonore décroît de 3 dB par doublement de la distance séparant le récepteur de la source. [9]



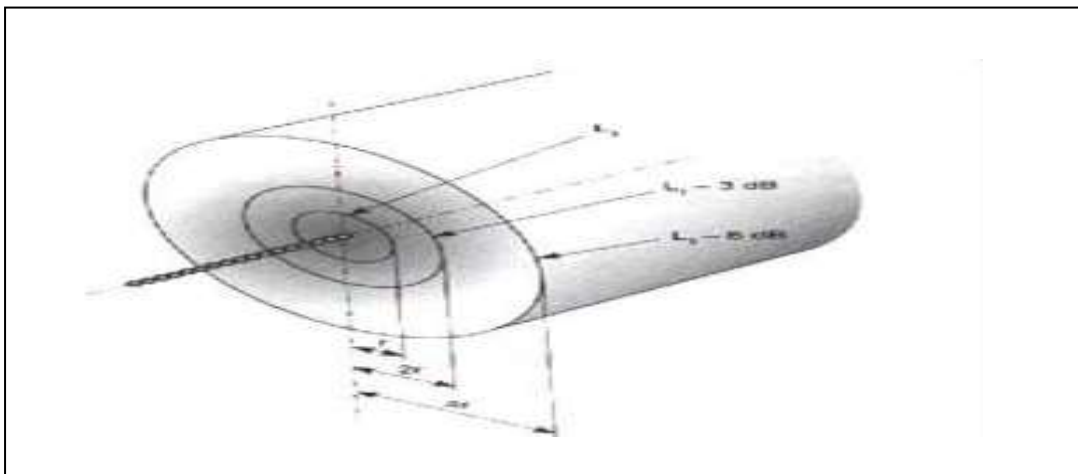
**Figure.1.** Source sonore ponctuelle. [9]

Le niveau sonore  $L_1$  est obtenu par la formule :

$$L_1 = L_w - 10 \log 4\pi r^2$$

$L_1$  : niveau d'intensité acoustique à une distance r (m) de la source sonore (dB)

$L_w$  : niveau de puissance acoustique de la source sonore (dB).



**Figure.2.** Source sonore linéaire. [9]

La relation entre le niveau d'intensité acoustique  $L_I$  et le niveau de puissance acoustique  $L_w$  (exprimé en (dB)) est la suivante :

$$L_I = L_w - 10 \log 2\pi r$$

$L_I$  : niveau d'intensité acoustique à une distance  $r$  (m) de la source sonore (dB)

$L_w$  : niveau de puissance acoustique de la source sonore (dB).

A l'atténuation du son, due à la distance, s'ajoute l'atténuation atmosphérique. Elle est d'autant plus décelable que la fréquence de la source est élevée. L'expérience montre que pour une fréquence donnée, l'atténuation est maximale pour un taux d'humidité faible (15 à 20%) et une température comprise entre 0 et 15°C. Notamment, des différences allant jusqu'à 6 dB(A) à 400 m de la source sonore et jusqu'à 10 dB(A) à 1 000 m peuvent être relevées entre un jour sans vent et un jour de vent portant.

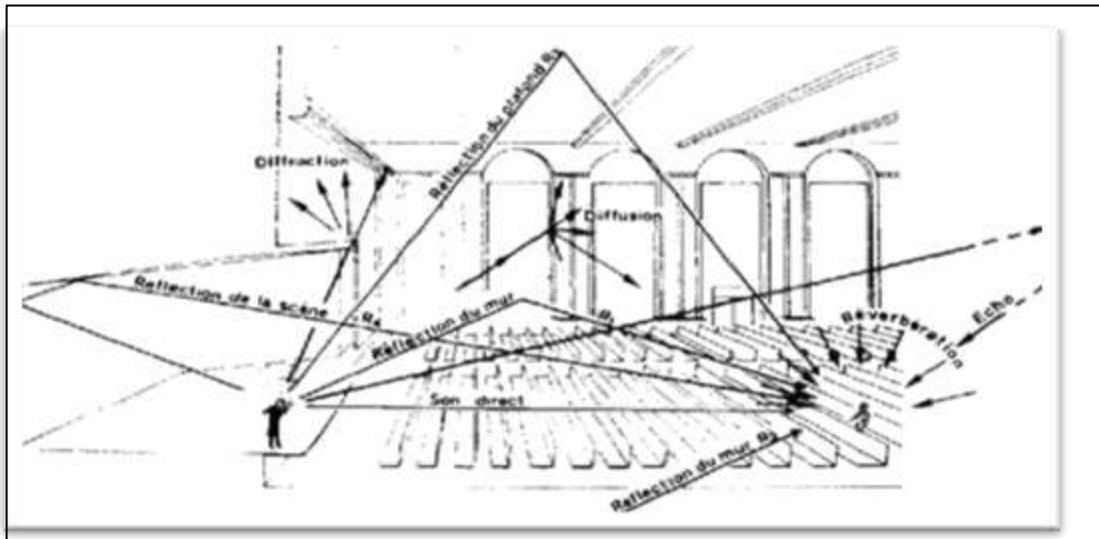
La propagation des bruits en milieu urbain est tributaire des aménagements, des écrans et reliefs de façade. La nature et la composition des sols séparant la source émettrice et le récepteur jouent un rôle important dans l'atténuation des bruits. Cette atténuation est d'autant plus importante que l'onde sonore est rasante et que la fréquence est élevée. Par contre, l'effet des arbres n'est pas très significatif dans l'amortissement de la propagation des bruits. Sauf s'ils sont plantés derrière un écran anti-bruit (avec la partie feuillue au-dessus de ce dernier), le phénomène de redirection de l'énergie acoustique dans les zones d'ombre est diminué. Dans le cas d'une forêt située entre la source et le récepteur, l'effet principal est d'ordre climatique : la forêt tend à annuler sous sa canopée les effets de variation de température et de vitesse du vent, donc les variations de la vitesse du son. Pour une forêt de 100m de large par une nuit claire, le gain obtenu par rapport au cas d'un site sans arbres peut atteindre 5 dB pour les bruits routiers.

En pratique, l'énergie rayonnée par la source sonore n'est généralement pas la même dans toutes les directions. Les caractéristiques physiques et la nature de la source font que l'énergie est canalisée dans des directions privilégiées, cette propriété est appelée directivité.

### II.2. Propagation du son dans un espace clos

Les sons émis à l'intérieur d'un espace fermé subissent différents phénomènes acoustiques, qui dépendent de la nature des surfaces et obstacles dans cet espace, de son volume et aussi des lois de la physique (nature des ondes sonores, fréquences...). Pour mieux schématiser ces différents phénomènes, nous avons choisi l'illustration suivante qui représente les chemins de propagation du son émis depuis la scène d'un auditorium. [9]





**Figure.3.** Chemins de propagation du son dans une salle. [9]

Lors de la propagation, l'onde sonore va subir différents phénomènes : des réflexions contre les surfaces réfléchissantes (murs, surfaces vitrées, plans d'eau), des changements de direction (réfraction, notamment en lien avec les effets météorologiques tels que le vent ou les gradients de température) ou des atténuations : divergence géométrique, dissipation atmosphérique, absorption par le sol ou par l'atmosphère... Nous nous contenterons d'aborder uniquement les phénomènes liés à la propagation du son dans l'air Fischetti. [14]

### II.2.1. Divergence géométrique

Le niveau sonore décroît avec la distance : au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source, l'énergie sonore est répartie sur une surface de plus en plus grande. Pour une source ponctuelle, 6 dB sont perdus chaque fois que la distance de propagation est doublée, et 20 dB chaque fois que la distance est multipliée par 10. Ce phénomène se déroule indépendamment de la fréquence. [14]

### II.2.2. Dissipation atmosphérique

Sous l'action de l'onde sonore, le frottement des molécules composant l'air les unes contre les autres dissipe l'énergie acoustique sous forme de chaleur. L'atténuation par dissipation augmentant avec la fréquence, les sons graves sont donc davantage audibles que les sons aigus sur de longues distances. Ainsi, les séismes (vibrations à très basse fréquence) peuvent-ils être enregistrés à plusieurs milliers de kilomètres de l'épicentre. L'atténuation par dissipation dépend aussi de l'humidité de l'air : les sons se propagent plus loin par temps humide que par temps sec. Lorsque l'air se charge d'humidité par exemple, la dissipation atmosphérique est plus faible, et le bruit d'une voie ferrée lointaine devient perceptible. [14]

### II.2.3. Effet de la température

La célérité du son augmente avec la température du milieu, selon la formule suivante :

$$c = 20 \sqrt{T}$$

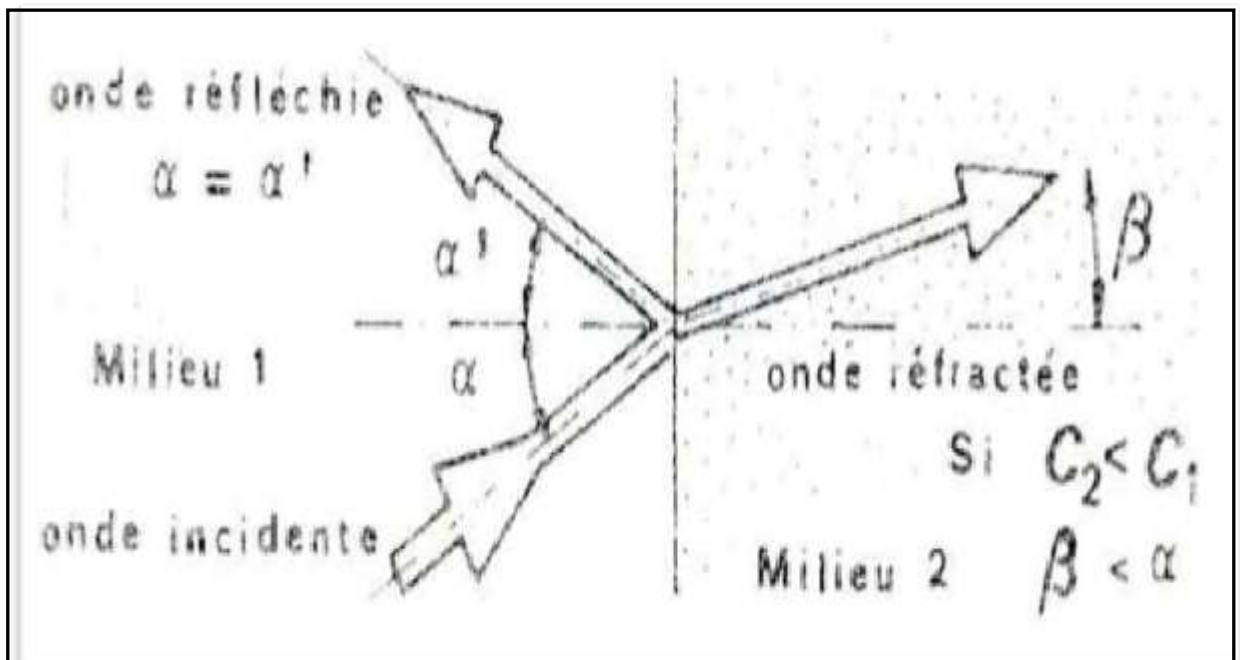
avec :

$c$  = célérité du son ( $\text{m.s}^{-1}$ ) et

$T$  = température (kelvin ;  $0^\circ \text{Celsius} \approx 273 \text{ kelvins}$ ). Ainsi, pour une température de  $0^\circ \text{C}$ , la célérité est de  $330 \text{ m.s}^{-1}$ , alors qu'à  $20^\circ \text{C}$  elle est de  $342 \text{ m.s}^{-1}$ . [14]

### II.2.4. Réfraction

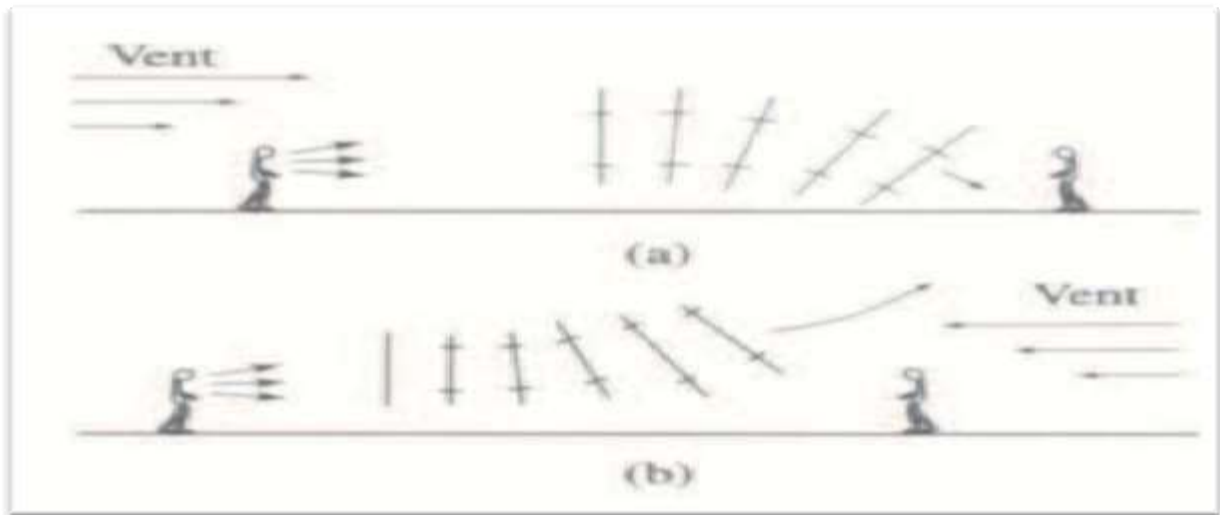
Si le front d'une onde sonore passe d'un milieu ayant une célérité  $c_1$  dans un autre milieu ayant une célérité  $c_2$ , sa direction va en être modifiée. L'onde est déviée et produit une onde réfractée ainsi qu'une onde réfléchie. [2]



**Figure.4.** Les ondes secondaires possèdent bien sûr moins d'énergie que l'onde incidente, la différence étant dissipée en chaleur par le matériau. [2]

### II.2.5. Effet du vent

Le vent peut aussi provoquer une déviation des ondes sonores. Le vent va généralement plus vite à mesure que l'altitude augmente. En supposant que la température ne varie pas avec l'altitude, si la source émet dans le sens du vent, celui-ci accélère la partie supérieure du front d'onde. Le front d'onde est donc dévié vers le sol et rabattu vers l'auditeur. Le son est alors mieux perçu (**figure.5**). En revanche, si la source émet contre le vent, la partie supérieure du front d'onde est davantage freinée que sa partie inférieure. Le front d'onde est donc dévié vers le ciel. Le son est moins bien perçu qu'en cas d'émission dans le sens du vent (**figure.5**). [14]



**Figure.5.** Réfraction par le vent. [14]

### II.2.6. Réflexion sur les parois

Lorsqu'une onde acoustique arrive sur une surface, une partie de son énergie acoustique est réfléchiée, une partie est transmise et une partie est absorbée. L'absorption et la transmission sont généralement faibles lorsque les parois rencontrées sont des murs de bâtiments par exemple. La plus grande partie de l'énergie acoustique est donc réfléchiée dans ce cas, et la surface est considérée comme acoustiquement réfléchissante. Au voisinage de la surface, la pression acoustique est donc la somme des contributions de l'onde directe et de la (ou des) onde(s) réfléchi(e)s. [14]

### II.2.7. Absorption par les matériaux ou par le sol

Un matériau absorbant isotrope 2 peut être caractérisé par son impédance acoustique 3. Selon sa nature, le sol peut se révéler poreux (surface enherbée, sol labouré), ou au contraire réfléchissant (route, béton, étendue d'eau). Le phénomène d'effet de sol varie selon la fréquence du son, la nature du sol ainsi que les positions respectives de la source et du récepteur (distance source-récepteur et hauteur de source et de récepteur). [14]

### II.2.8. Diffraction

Lorsqu'une onde incidente rencontre un obstacle, sa propagation est perturbée. L'obstacle agit alors comme un ensemble de sources secondaires qui ont pour effet de diffuser l'énergie sonore autour de lui avec une directivité non uniforme ; il s'agit du phénomène de diffraction. Généralement, on observe une diminution des niveaux de pression derrière l'obstacle, dans la zone d'ombre géométrique. [14]

### II.2.9. Réverbération

La source sonore étant placée à l'intérieur d'un espace clos, l'onde subit une succession de réflexions sur les parois. A chaque réflexion, l'énergie acoustique initiale décroît d'une quantité définie par la capacité d'absorption des différents matériaux qui tapissent les parois de l'espace fermé. De ce fait, le son émis parvient au récepteur tout d'abord directement, puis après avoir été réfléchi une ou plusieurs fois sur les parois. Si le son, parvenant au récepteur après réflexion, est distinct du son lui parvenant directement, il y a écho. Si le son, parvenant au récepteur après réflexion, n'est pas distinct du son lui parvenant directement, le son semble prolongé, il y a réverbération. La réverbération est donc la persistance d'un son dans un espace clos (ou semi-clos) après interruption brusque de la source sonore. [9]

Champ direct et champ réverbéré

Lorsqu'une onde sonore est émise en continu, par une source à l'intérieur d'un local, elle se réfléchit sur les murs et les surfaces solides. Au-delà d'une distance de la source appelée distance critique, les sons réfléchis sont prépondérants. Un nombre infini de réflexions uniformément réparties dans toutes les directions est alors produit. L'ensemble de ces ondes constitue le champ réverbéré caractérisé par un même niveau de pression sonore en chaque point. De ce fait, le champ direct occupe l'espace situé à une faible distance de la source, tandis que le champ réverbéré occupe la zone du local où le niveau sonore est quasiment constant. [9]

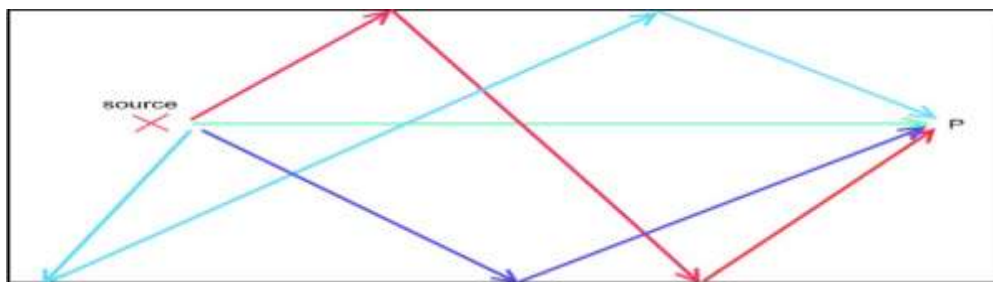
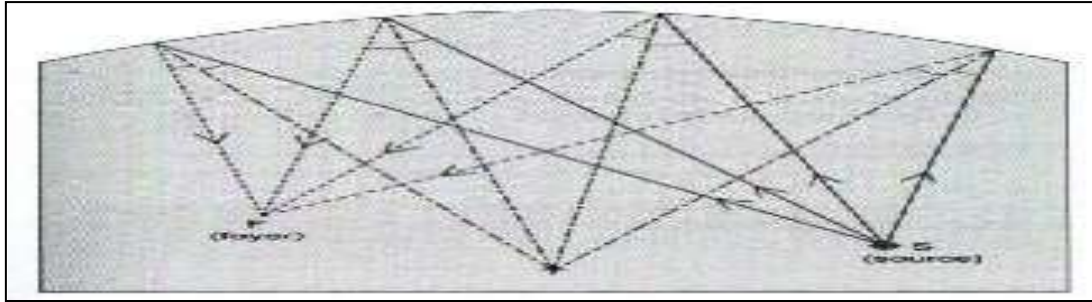


Figure.6. Schéma d'une réverbération. [2]

### II.2.10. Focalisation du son

La focalisation des sons se produit quand les parois courbes et réfléchissantes concentrent les ondes sonores en un point (appelé foyer) éloigné de la source et symétrique par rapport à celle-ci. En ce point, on observe une augmentation de l'intensité du son qui permet entre autres d'entendre des sons de faible amplitude inaudibles dans le reste de la salle (Figure.7).



**Figure.7.** Focalisation du son.[9]

### II.2.11. Echos

La réflexion acoustique est à l'origine du phénomène d'écho. L'écho simple est caractérisé par un son pouvant être entendu deux fois. Le son émis revient après réflexion sur un obstacle, si le temps qui s'écoule entre l'émission et le retour est supérieur ou égal à 50 ms, l'écho est perceptible par l'oreille. L'écho flottant (Flutter echo) est une succession très rapide et régulière de sons provenant de la même source placée entre deux surfaces parallèles et réfléchissantes, les autres surfaces étant absorbantes (tels que les couloirs). [9]

### II.2.12. Ondes stationnaires

Les ondes dites stationnaires se forment quand deux ondes de même fréquence et de même amplitude se déplacent sur le même axe de propagation mais en sens inverse. Les ondes sonores se réfléchissant sur deux parois parallèles donnent naissance à des ondes stationnaires quand la distance entre les deux parois est égale à la demi-longueur d'onde du son incident ou à un multiple de cette demi-longueur d'onde. [9]

### II.2.13. Ondes en opposition de phase

Deux ondes sont en opposition de phase quand, au même instant, l'une atteint son amplitude maximum et l'autre son amplitude minimum. L'amplitude de l'onde résultante est théoriquement nulle. Quand on veut réduire un bruit, une des techniques utilisées est le captage de ce bruit par un microphone, il est ensuite réémis, après traitement électronique, en opposition de phase. [9]

**CHAPITRE III**  
**LES NORMES**  
**INTERNATIONALES**

- **NORME INDIENNE CODE DE PRATIQUE POUR LA CONCEPTION ACOUSTIQUE DES AUDITORIUMS ET DES SALLES DE CONFERENCE**

**III.1. Champ d'application :** La présente norme couvre les exigences acoustiques et la conception de divers types d'auditoriums et de salles de conférence.

### **III.2. Terminologie :**

Afin de présenter les normes, les définitions suivantes s'appliquent dans le milieu universitaire :

**III.2.1. Coefficient d'absorption :** le rapport entre l'énergie acoustique absorbée et l'énergie acoustique incidente sur un matériau.

**III. 2.2. Matière énergétique :** elle est exprimée en sabins (m) (unité d'absorption acoustique dans le système métrique, cela équivaut à l'absorption acoustique d'un mètre carré de « fenêtre ouverte »).

**III.2.3. Salle de conférence :** une salle destinée à être utilisée par les participants (parfois avec un public non participant) dans une discussion ou une délibération sur un sujet sous la forme d'un discours ou d'une conversation faite par une personne à la fois assise n'importe où dans la salle.

**III.2.4. Echo :** un son réfléchi distinct et clairement discernable reçu en un point à l'intérieur de l'enceinte lorsqu'un son émane de n'importe quelle partie de cette enceinte. Une succession rapide de tels échos est appelée flottement ou écho flottant.

**III.2.5. Foyer :** hall devant l'entrée.

**III.2.6. Système de sonorisation :** la chaîne complète d'équipements sonores (comprenant essentiellement des microphones, des amplificateurs et des haut-parleurs) nécessaires pour renforcer le son émanant d'une source.

**III.2.7. Ratissage des sièges :** l'élévation progressive du niveau des sièges en rangées successives.

**III.2.8. Mur arrière :** le mur faisant face à la scène au bout de la salle.

**III.2.9. Réverbération :** persistance du son dans une enceinte (partiellement ou complètement fermée) après l'arrêt de la source sonore.

**III. 2.10. Temps de Réverbération :** le temps mis par le son réverbérant pour décroître jusqu'à un millionième du niveau d'intensité sonore existant au moment où la source du son est arrêtée.

**III.2.11. Isolation acoustique des composants du bâtiment :** la réduction du niveau sonore lorsqu'il traverse un composant du bâtiment comme un mur, un sol, un toit, une porte, une fenêtre, etc.

**III.2.12.** Echelonnement des sièges : une disposition des sièges soient décalés (par rapport à chaque rangée) d'un demi-espacement des sièges dans chaque rangée successive.

### **III.3. Exigences Acoustiques :**

**III. 3.1.** Salles utilisées pour la parole : la clarté de la parole est la plus importante dans ce cas. La clarté optimale dépend de :

- A.** temps de réverbération correct
- B.** absence d'écho
- C.** niveau sonore correct dans toutes les parties de la salle
- D.** faible bruit de fond

### **III.4. Principes généraux de conception :**

**III.4.1.** Sélection et planification du site : le choix du site d'un auditorium est régi par plusieurs facteurs qui peuvent être mutuellement contradictoires, mais un compromis doit être trouvé entre les diverses considérations impliquées. le problème du bruit est une considération importante .une étude acoustique du site doit être effectuée à l'avance afin d'éviter les endroits bruyants dans la mesure du possible, sinon une construction élaborée et coûteuse peut être nécessaire pour fournir l'isolation acoustique requise. En fait la condition la plus silencieuse possible doit être fournie afin que l'intelligibilité de la parole ne souffre pas. il est particulièrement nécessaire de maintenir le niveau de bruit extérieur à un niveau bas en orientant et en sélectionnant correctement le site dans les cas où aucune climatisation n'est fournie et où les portes et les fenêtres sont normalement maintenues ouvertes pendant la représentation. Lorsque la climatisation est fournie des précautions particulières doivent être prises pour atténuer le bruit de l'usine et le bruit du gril. A cette fin, l'installation doit être convenablement isolée et les conduits ainsi que le plénum doivent être conçus de manière à ce que la roise soit suffisamment réduite pour rester dans les limites autorisées.

**III.4.1.1.** En fonction du niveau de bruit ambiant du site, l'orientation, l'aménagement et la conception structurelle doivent être agencés de manière à fournir la réduction de bruit nécessaire, de sorte que le niveau de bruit de fond ne dépasse pas 40 à 45 dB (tel que mesuré sur l'échelle « A »). De sonomètre) est réalisée dans le hall.

#### **III.4.2. Taille et forme**

**III.4.2.1.** La taille doit être fixée en fonction du nombre de spectateurs devant être assis.la surface au sol de la salle y compris les coursives (hors scène) doit être calculée sur la base de 0,6 à 0,9 m<sup>2</sup> par personne.la hauteur de la salle est déterminée par des considérations telles que la ventilation, la présence (ou l'absence) de balcon et le type de représentation.

**III.4.2.1.1.** La hauteur moyenne peut varier de 6 m pour les petites salles à 7,5 m pour les



grandes salles. Le plafond peut être plat mais il est préférable de prévoir une légère augmentation de la hauteur près du centre du hall. Le volume par personne à fournir doit normalement être compris entre 3,5 et 5,5 m<sup>3</sup>. Des volumes adaptés à différents types d'Auditoriums sont indiqués ci-dessous mais il est recommandé de n'adopter des valeurs supérieures que dans des cas particuliers :

**Tableau.1.** Les différents types d'Auditoriums

Mètres cubes	par personne
a. Amphithéâtres Publics	3,5 à 4,5
b. Cinémas ou théâtres	à 5
c. Salles de concert ou salles de concert	à 5,5

**III.4.2.2.** Des plans d'étage de différentes formes sont utilisés, mais celui qui est considéré comme donnant des résultats satisfaisants sans introduire de complications dans le traitement acoustique de la salle est le plan en éventail. Les parois latérales doivent être disposées de manière à former un angle ne dépassant pas 100 degrés avec la ligne de rideau.

**III.4.2.3.** Scène : la taille de la scène dépend du type de représentation que la salle doit accueillir. Il serait grand pour ces salles, alors qu'il serait relativement petit pour les salles de cinéma, ce qui dépend encore une fois de la taille de l'écran.

**III.4.2.4.** Paroi arrière : la ou les parois arrière de l'auditorium doivent être de forme plate ou convexe. Celle-ci ne doit pas être évitée, la conception acoustique doit indiquer soit la surface à évaser, soit des ondulations convexes données afin d'éviter toute tendance du son à se concentrer dans la salle.

**III.4.2.5.** Mur latéral : lorsque les murs latéraux ne sont pas parallèles comme dans le cas d'un hall en forme d'éventail, les murs peuvent rester réfléchissants et peuvent être finis architecturalement de la manière requise, si un matériau insorissant n'est pas requis pour d'autres considérations. Lorsque les parois latérales sont parallèles, elles peuvent être laissées sans traitement sur une longueur d'environ 7,5 m à partir de l'extrémité du proscenium. De plus, toutes les surfaces susceptibles de provoquer un écho retardé ou un écho flottant doivent être traitées de manière appropriée avec un matériau absorbant le son. La différence entre le trajet direct et le trajet réfléchi par la paroi latérale ne doit pas dépasser **15m**.

**III.4.2.6.** Toit et plafond les exigences relatives à un toit sont principalement régies par des considérations architecturales, techniques ou économiques

**III.4.2.6.1.** Bruit des aéronefs : si l'auditorium est situé de manière à ce que le bruit des aéronefs cause une gêne grave (c'est-à-dire lorsque le niveau de bruit créé à l'intérieur de la salle est supérieur à 50 dB)

**III.4.2.6.2.** Bruit de la pluie-partout où ce problème se pose en raison d'averses fréquentes et fortes.

-dans les deux cas des précautions particulières doivent être prises pour rendre le plafond insonorisé. Un faux plafond insonorisé approprié doit être prévu sous le toit dans telles circonstances.

**III.4.2.7.** Plancher : pour une bonne visibilité comme aussi pour de bonnes conditions d'écoute, les rangées successives de sièges doivent être surélevées par rapport aux précédentes de sorte que le niveau du plancher s'élève vers l'arrière. L'élévation est basée sur le principe que chaque auditeur doit être élevé par rapport à la personne immédiatement devant lui de sorte que la tête de l'auditeur soit à environ 12 cm au-dessus du trajet du son qui passerait au-dessus de la tête de la personne devant lui .de lui.il est possible de réduire celle-ci à 8 cm .en règle générale, l'angle d'élévation du plancher incliné d'un auditorium ne doit pas être inférieur à 8 degrés.

**Note** : lorsque des valeurs plus précises sont jugées nécessaires, la pente du plancher peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$h_n = h_{n-1} + h - \frac{r(H - h_{n-1})}{S + (n - 1)r}$$

Ou :

**H** : hauteur de la source sonore au-dessus du niveau normal de la tête.

**r** : distance dos à dos entre les rangées de sièges.

**h** : « hauteur libre » par rapport à la source sonore, la différence de hauteur entre une rangée de personnes et la suivante.

**S** =  $\left(\frac{rH}{h} + r\right)$  = Distance horizontale de la source à la dernière rangée qui ne nécessite pas d'élévation ; et  $h_1, h_2 \dots$  et  $h$  sont les élévations des première ,deuxième... et avec les rangées derrière la rangée qui est à une distance **S** de la source.

**III.4.2.8.** Balcon : lorsqu'un balcon est prévu, sa projection dans le hall ne doit pas être supérieure à deux fois la hauteur libre de l'ouverture de la niche du balcon.

**III.4.2.9.** Ligne de mire : l'élévation des sièges du balcon doit être telle que la ligne de mire ne soit pas inclinée de plus de 30 degrés par rapport à l'horizontale.

**III.4.2.10.** Foyer, rush halls, pièces attenantes tous les espaces clos, adjacents à l'auditorium doivent être isolés du hall principal par des portes appropriées (bien ajustées) ; de lourds

rideaux peuvent être utilisés pour aider à absorber le bruit extérieur des foyers, etc.

**III.4.2.11.** Portes et fenêtres : lorsque le niveau de bruit extérieur est élevé, des portes et des fenêtres bien ajustées doivent être fournies. Leurs feuillures doivent être doublées de préférence avec de caoutchouc ou du feutre .dans le cas de portes et fenêtres existantes ou des fuites sonores sont constatées, il faudrait améliorer le montage des volètes, en même temps, prévoir des coupe-froid en caoutchouc ou en feutre sur les feuillures.

### **III.5. Sièges :**

**III. 5.1.** Les sièges doivent être disposés en arcs de cercles concentriques dessinés avec le centre situé autant derrière le centre de la ligne de rideau que sa distance (ligne de rideau) du mur arrière de l'auditorium.

**III. 5.2.** L'angle sous-tendu avec l'horizontal à l'observateur le plus en avant par l'objet le plus haut ne doit pas dépasser 30 degrés.

**III.5.3.** La largeur d'un siège doit être comprise entre 45 cm et 56 cm.

**III. 5.4.** La distance dos à dos des chaises dans les rangées successives de sièges doit être d'au moins 85 cm. si un confort supplémentaire est requis, un espacement plus important peut être prévu, qui variera entre 85 cm et 106 cm.

**III. 5.5.** Les sièges doivent être décalés latéralement par rapport à ceux de devant afin qu'un auditeur de n'importe quelle rangée ne regarde pas directement au-dessus de la tête de la personne devant lui.

**III. 5.6.** Des sièges rembourrés doivent être fournis, dans la mesure du possible, de manière à ce que les caractéristiques acoustiques de la salle ne soient pas sensiblement affectées par la fluctuation de l'occupation du public. Ceci est particulièrement important pour les salles où le public fournit la majeure partie de l'absorption acoustique requise.

### **III.6. Temps de réverbération**

**III. 6.1.** Le temps de réverbération optimal pour une salle de volume particulier peut être choisi parmi les courbes données à la figure.1 en fonction de la fonction de la salle. Ces valeurs sont pour une fréquence de 500 cycles.

**III. 6.2.** Le nombre d'unités d'absorption nécessaires pour donner le temps de réverbération souhaité peut être calculé selon la formule de sabine qui est la suivante :

$$A = \frac{0.16 V}{T}$$

Ou :

$A = \sum \alpha_n S_n$  : Absorption acoustique totale.

$V$  : volume en m.

**T** : temps de réverbération en secondes.

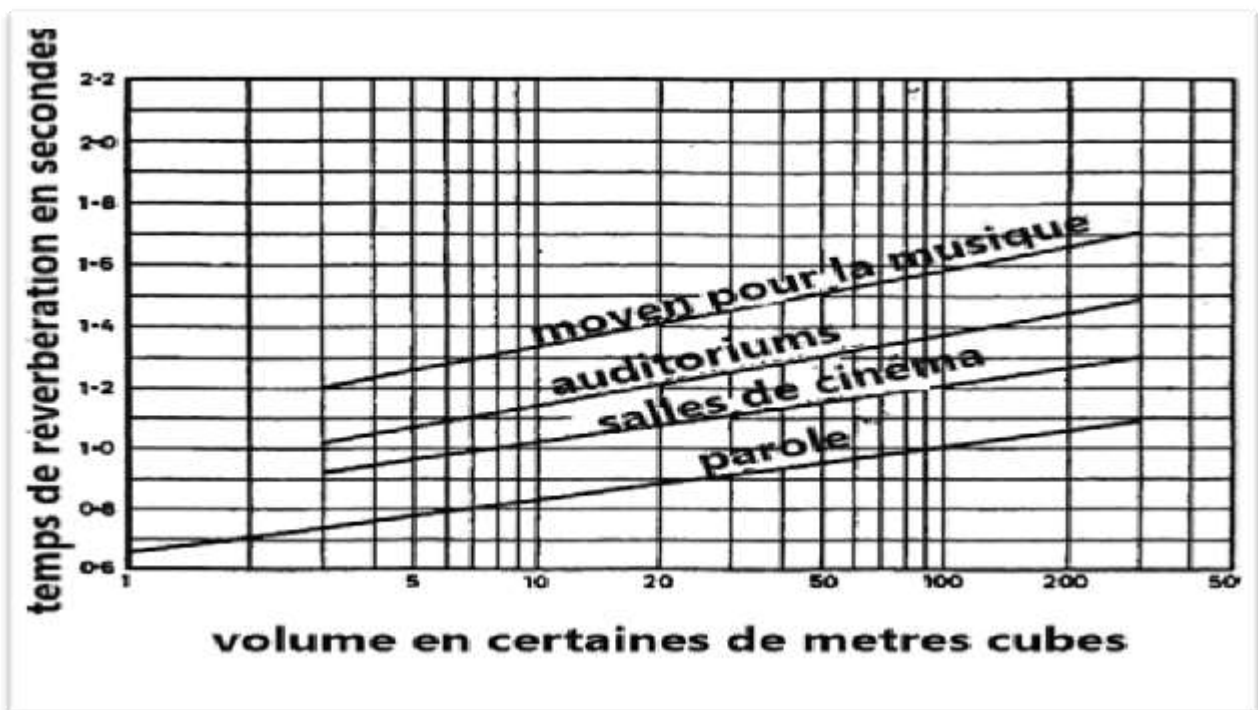
$\alpha_n$  : coefficient d'absorption de la ou des surfaces correspondantes.

$S_n$  : Surface individuelle en m<sup>2</sup> correspondant à chaque valeur de  $\alpha_n$ .

**III.6.3.** pour estimer la quantité d'absorption  $A_1$ , nécessaire, il faut calculer la quantité d'absorption existante  $A_2$ , fournie par les différentes surfaces, le mobilier et les deux tiers du public. Celle-ci peut être déduite de l'absorption totale  $A$  indiquée par la formule ci-dessous :

$$A_1 = A - A_2$$

**III.6.4.** Le temps de réverbération varie à différentes fréquences .aux fins de ce code, il suffit de considérer une seule fréquence comme indiqué sur la figure.1.



**Figure.1.** temps de réverbération optimal à 500 cycles pour les salles de type différé AB, A en fonction du volume de la salle.

### III.7. Distribution du matériel acoustique

**III. 7.1.** Les surfaces réfléchissantes doivent être conçues de manière à faciliter la distribution du son. Les zones qui provoquent une réflexion sonore indésirable et qui doivent être traitées avec des absorbants acoustiques doivent être réservées au traitement avec un matériau absorbant le son. Ces zones sont :

- a. Le mur arrière
- b. Le parapet du balcon
- c. Toutes les zones qui peuvent renvoyer le son vers la scène
- d. Les zones concaves qui ont tendance à focaliser le son à certains endroits

- e. Toute autre zone qui contribuera à ce que le son indirect arrive en tout point de la salle plus de 50 millisecondes après le son direct. Le reste du matériau insorisant à introduire dans le local doit être réparti sur les différentes surfaces restantes.

### III.8. Matériaux insorisant :

III. 8.1. Les matériaux généralement utilisés peuvent être classés en gros dans les catégories suivantes :

- a. plâtre acoustique (un plâtre qui comprend un matériau isolant granulé avec du ciment)
- b. cancs ou panneaux de fibres de bois composites
- c. panneaux de particules de bois
- d. laine de bois compressée
- e. couettes et nattes en laine minérale /de verre
- f. carreaux de laine de verre minérale/comprimée
- g. unités composites de panneaux durs perforés doublés de panneaux de fibres perforés
- h. unités composites de panneaux perforés (panneaux durs, panneaux d'amiante ou tôles) soutenus par une couette ou une dalle de laine minérale ou de verre
- i. des absorbeurs spéciaux construits avec des panneaux durs, des contreplaqués de teck, etc., soutenus par de l'air.

III.8.2. Dans une salle moyenne, l'essentiel de l'absorption est assuré par le public. C'est relativement plus dans la gamme des hautes fréquences que dans la moyenne ou dans la gamme des basses fréquences. il devient donc souhaitable d'introduire des absorbeurs spéciaux de basse fréquence (tels que des panneaux de bois utilisés comme lambris ou autres) sur les plafonds et les murs qui fourniront la quantité d'absorption requise pour obtenir un temps de réverbération optimal sur une gamme de fréquences aussi large que possible. la quantité de matériaux absorbants nécessaires doit être calculée sur la base des valeurs d'absorption à une ou plusieurs fréquences dans chacune des basses.

### III.9. Système d'amplification du son

III. 9.1. une intensité sonore d'environ 60 à 70 dB est nécessaire pour une écoute confortable et une bonne intelligibilité à condition que le niveau de bruit ambiant se situe dans les valeurs acceptables indiquées en 4.1.1. Ce niveau peut être obtenu dans une salle acoustiquement bien conçue à condition que le volume ne dépasse pas 1400 m et que la distance maximale entre l'orateur et l'auditeur soit de l'ordre de 23 m .lorsque le bruit de fond est élevé ou que la salle est grande, un système d'amplification du son devient nécessaire.

### **III.10. Exigences supplémentaires applicables aux auditoriums et aux salles de conférence en plein air :**

**III.10.1.** Auditoriums car ceux-ci ne sont pas fermés, les conditions sonores dominantes ne doivent pas dépasser 45dB sur l'échelle « A ».les vitesses de vent naturellement ressenties sur le site ne doivent pas dépasser 16km/h.

**III.10.1.1.** Le mur de l'arrière-scène doit être rendu réfléchissant et divisé en surfaces de forme convexe .la forme générale doit être plate en plan ; cependant si l'on souhaite qu'il soit concave ; il doit être divisé en surfaces concave ; qui dans les deux cas ; doivent avoir une largeur d'au moins 90 à 180 cm.

**III.10.1.2.** La profondeur de la scène doit être adaptée aux besoins individuels ; lorsqu'elle dépasse 6m ; il faut traiter acoustiquement le mur du fond de scène. Un réflecteur de plafond doit être prévu pour diriger le son vers les sièger arrière ; ce réflecteur peut être une surface réfléchissante dure inclinée à un angle approprié vers le public et fixée sur la zone principale d'origine du son de la scène.

**III.10.2.** Salles de conférence, la différence fondamentale entre les salles de conférence et les auditoriums, comme les théâtres et salles de cinéma, réside dans la possibilité d'un son provenant, dans le premier cas, de n'importe quelle partie de la salle. Dans une salle de conférence, une table est généralement placée au centre de la salle, et des personnes qui écoutent aussi bien qu'orateurs s'assoient autour de la table. Les salles de conférence peuvent avoir n'importe quelle forme pour s'adapter à l'architecture ou à toute autre exigence particulière .lors de la conception des salles de conférence, une attention particulière doit donc être accordée aux exigences suivantes.

# **PARTIE PRATIQUE**

## **Chapitre IV**

# **Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire**



# Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

## Introduction

Dans ce chapitre nous exposerons la méthodologie adoptée et les résultats trouvés pour mener à bien une qualité importante au travail réalisé, Cette partie pratique est consacrée principalement à une évaluation du confort acoustique dans le milieu universitaire (cas d'université d'Adrar).



**Figure.1.** Université d'Adrar. [11]

## IV. Matériels utilisés

### IV.1. Un sonomètre

Le sonomètre est un instrument destiné à mesurer le niveau de pression acoustique, une grandeur physique liée au volume sonore. Il s'utilise dans les études de pollution sonore et d'acoustique environnementale pour quantifier le bruit et les nuisances sonores, principalement les bruits industriels et de transports routier, ferroviaire et aérien. En acoustique architecturale et en sonorisation, il sert à évaluer la répartition des niveaux sonores dans les locaux. Le sonomètre donne un niveau du bruit en décibels. On trouve parfois l'appellation décibel mètre. [2]

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

### IV.2. Descriptif de l'appareil :



**Figure.2.** le sonomètre utilisé. [11]

Le sonomètre : L'appareil utilisé est le Roline RO-1350 avec un calibrage de 94 dB, une pondération temporelle « Fast » et fréquentielle « A ». [15] Cet appareil est particulièrement adapté pour contrôler les nuisances sonores. Il possède 2 courbes de réponse : dB(A) (bruit) et dB(C) (musique) Il est conforme à la norme CEI 651 (classe 2).

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. [16]

### IV.3. Caractéristique du sonomètre utilisé :

Il permet d'obtenir des mesures de niveaux sonores compris entre 35 dB et 130 dB. Il comprend :

1. Microphone de diamètre 12mm.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

2. Ecran à cristaux liquides qui affiche le niveau de pression acoustique.
3. RANGE : il possède deux gammes de mesures, haut (Hi) de 65 à 135 dB et bas ( $L_0$ ) de 35 à 100 dB (se chevauchant donc).
4. RESPONSE : il possède deux pondérations temporelles, rapide (F) (0,25) pour les bruits à évolution rapide et lente (S) (1,55) pour les bruits à évolution plus lente.
5. FUNCT : il possède 2 pondérations fréquentielles (A) (pour les bruits dans les locaux des bâtiments ou industriels) et (c) pour les fréquences musicales).

Au cours de notre travail nous avons utilisé un deuxième sonomètre pour les mesures de bruit un sonomètre intégrateur (CLASSE 2 / NUMÉRIQUEST-107) III.1.

Description du matériel : CLASSE 2 / NUMÉRIQUEST-107

-rapide, lent, réponse impulsionnelle temps.

-gamme de fréquence : 31.5Hz ~ 8 KHz.

-plage de mesure : 30dB ~ 130dB.

-dynamique gamme : 100dB. -A/C/Z fréquence.

-de stockage jusqu'à 32,000 documents.

-USB interface.

-AC et DC sortie.

-Bar graph affichage.

### IV.4. L'approche utilisé et Méthodologie adoptée :

Dans notre étude nous avons respecté la démarche suivante :

1. La première étape a été consacrée pour faire des enquêtes sur les nuisances sonore à travers à la distribution des questionnaires auprès d'employés « enseignants et administrateur » et étudiants de l'université d'Adrar.
2. La deuxième étape a été consacrée pour des mesures acoustiques effectuées dans le milieu universitaire à l'aide d'un sonomètre.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

3. La troisième partie a été consacrée pour faire établir des cartographies de bruit à l'aide d'un simulateur des bruits d'origine urbaine.

### IV.4.1. Résultats du Sondage :

**IV.4.1.1. Présentation de questionnaire :** le questionnaire distribué s'inscrit dans le cadre de l'audit environnementale de bruit effectué au sein de notre université, l'intérêt de ce questionnaire ; c'est de mieux comprendre où se localise nuisances sonores dans le milieu universitaire.

Le tableau.1. Ci-dessous présente le questionnaire distribué :

Numéro de question	Questionnaire	Réponses	Totale de réponse
1	Avez –vous déjà eu des problèmes de bruit ?	• Oui	149 sur 200
		• Non	51 sur 200
2	Si vous êtes des problèmes de bruits Quels types de bruits ?	• le bruit des étudiants pendant que le professeur donne le cours	2 sur 200
		• voix ouvrières	5 sur 200
		• travaux externes	10 sur 200
		• le passage	2 sur 200
		• Bruits forts et travail pendant les études	1 sur 200
		• le ton élevé des gens, les cris	1 sur 200
		• élever la voix	3 sur 200
		• ils n'ont pas répondu	176 sur 200

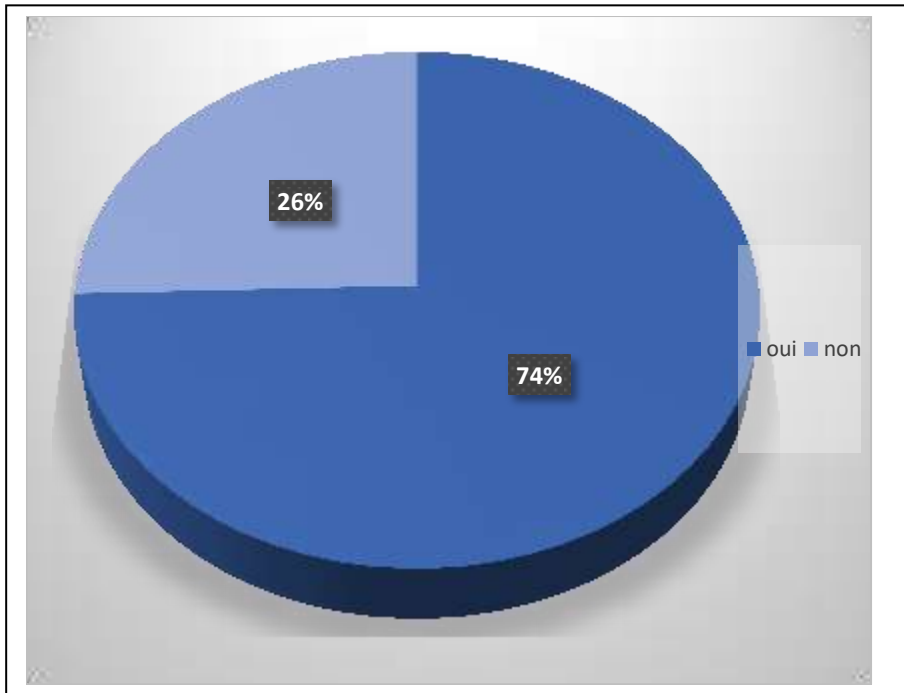
## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

3	Est –ce que les bruits extérieures influer sur le rendu de l'étudiant ?	• Oui	166 sur 200
		• Non	3 sur 200
4	Quelle est votre sensibilité au bruit en tant que nuisances ?	• Sensible	102 sur 200
		• Pas sensible	98 sur 200
5	Si vous êtes confrontée à des bruits gênants dans votre université, merci d'indiquer d'où viennent ces nuisances ?	• Voix	41 sur 200
		• Passage	43 sur 200
		• Climatiseurs	35 sur 200
		• Travaux	45 sur 200
		• Autre	36 sur 200
6	Comment vous trouvez le confort acoustique pendant le cours ?	• agréable	110 sur 200
		• pas agréable	90 sur 200
7	Quelles sont les conséquences du bruit dans la vie quotidienne ?	Influer sur : • Sur l'environnement de travail	75 sur 200
		Influer sur : • repos	50 sur 200
		Influer sur : • enseignement	75 sur 200
8	Que proposez-vous	• Sensibilisation	1 sur 200

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

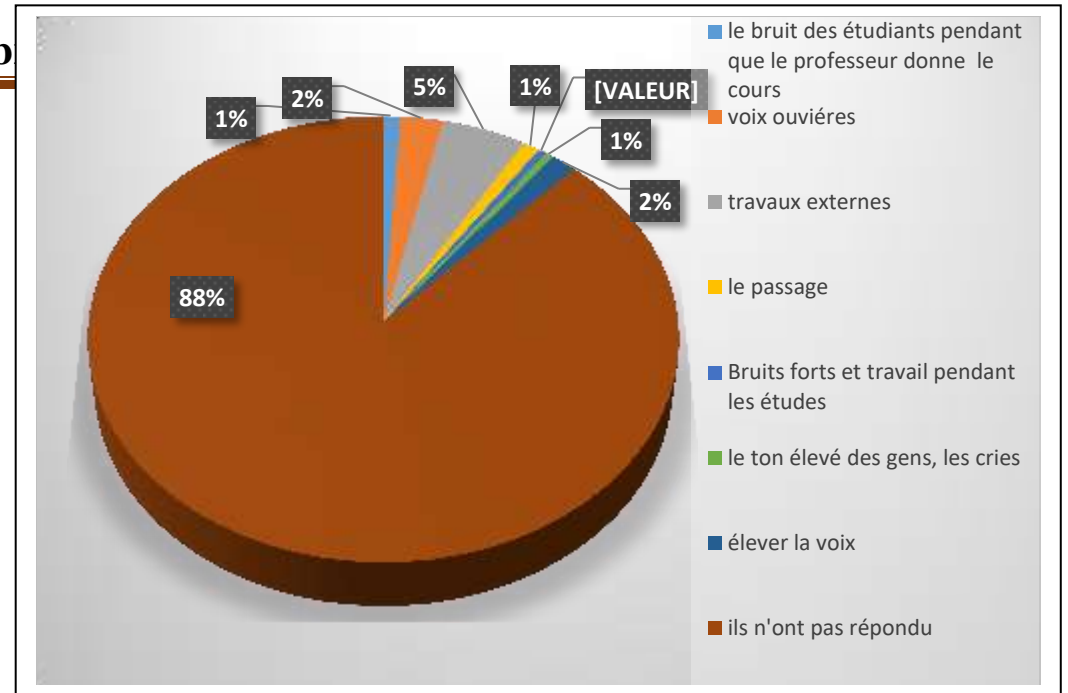
	pour un meilleur confort acoustique dans l'université ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>travailler en hors des heures d'enseignements</li> </ul>	6 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>insiste sur le calme et le respect du silence dans les places de révision</li> <li>fermer les portes pendant l'enseignement</li> </ul>	10 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>les étudiants doivent rester calmes, surtout lorsqu'ils restent dans la bibliothèque ou passe près des sections et des amphithéâtres</li> </ul>	17 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>mettre des endroits large et calme</li> </ul>	22 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>construire des halls insonorisés</li> </ul>	11 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ils n'ont pas répondu</li> </ul>	128 sur 200
9	Quels sont les horaires les plus sensibles aux expositions de bruits ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>8-10 h</li> </ul>	50 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>10-12 h</li> </ul>	144 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>12-14 h</li> </ul>	4 sur 200
		<ul style="list-style-type: none"> <li>16-18 h</li> </ul>	2 sur 200

**Tableau .1.** Questionnaire dans l'université d'Adrar.

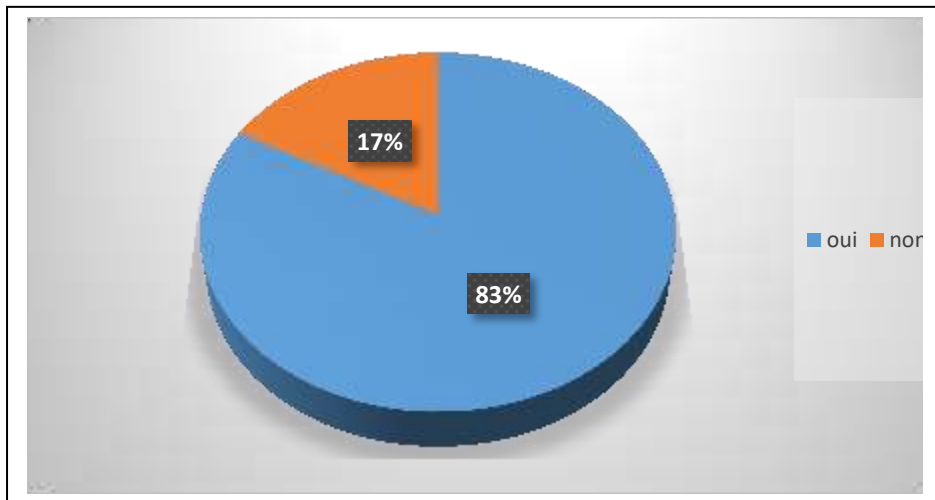


**Figure.3.** Problèmes de bruits.

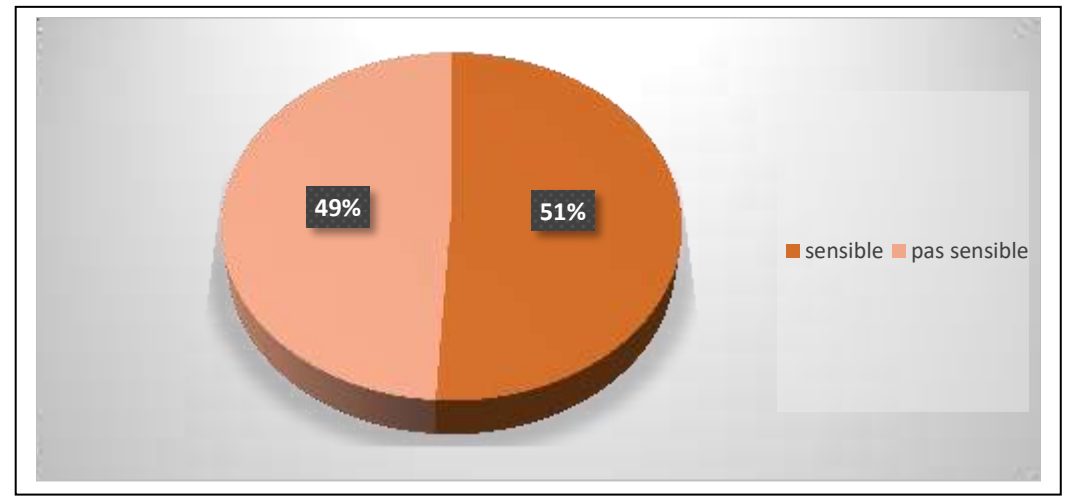
le b



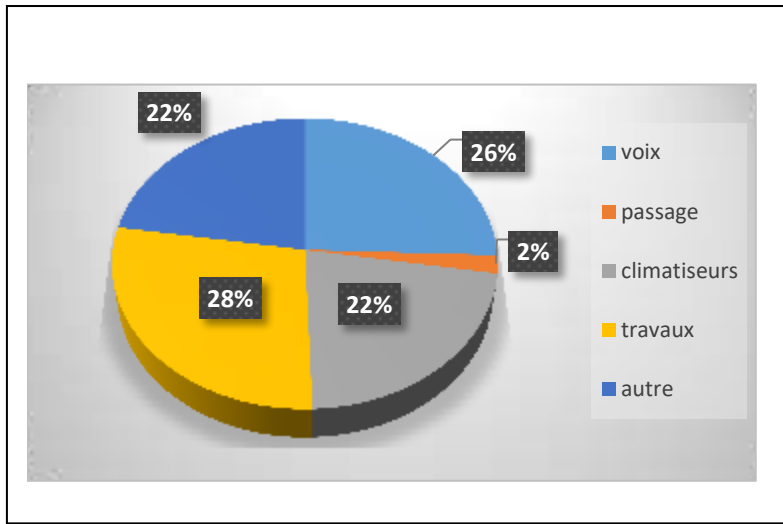
**Figure.4.** Types de bruits



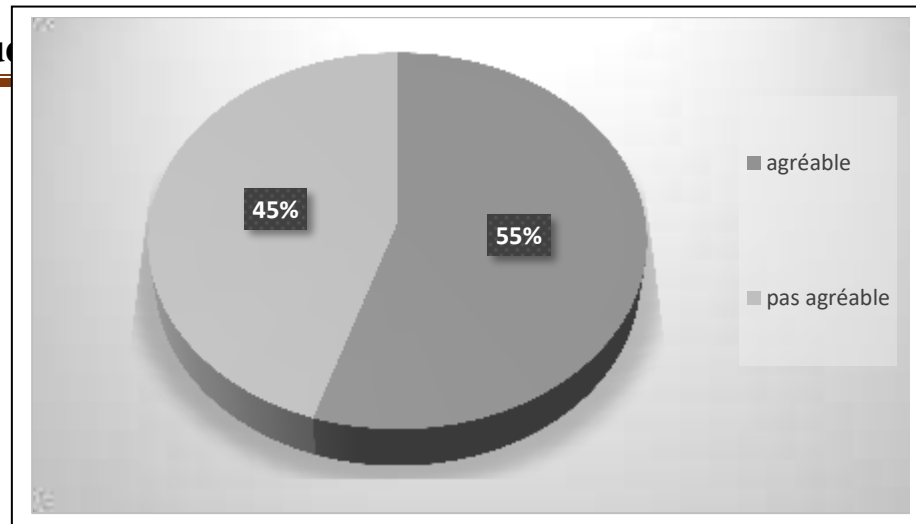
**Figure.5.** L'influences des bruits extérieurs sur le rendu de l'étudiant.



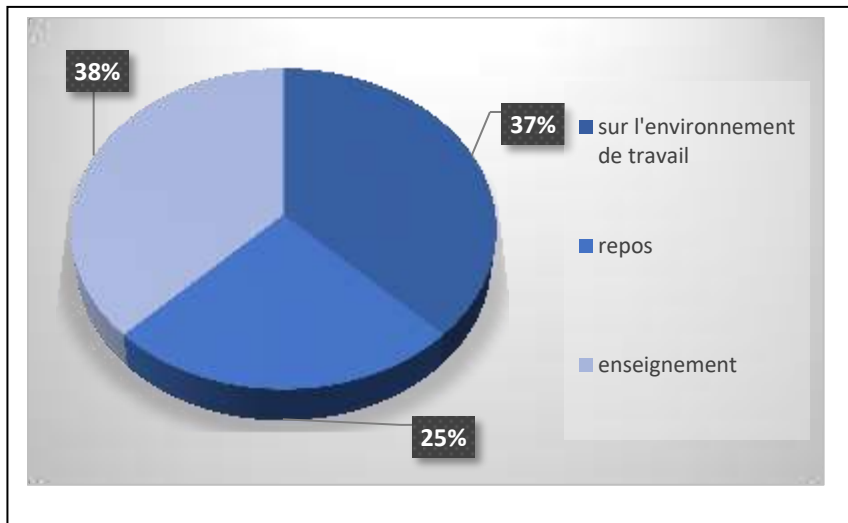
**Figure.6.** la sensibilité au bruit en tant que nuisances.



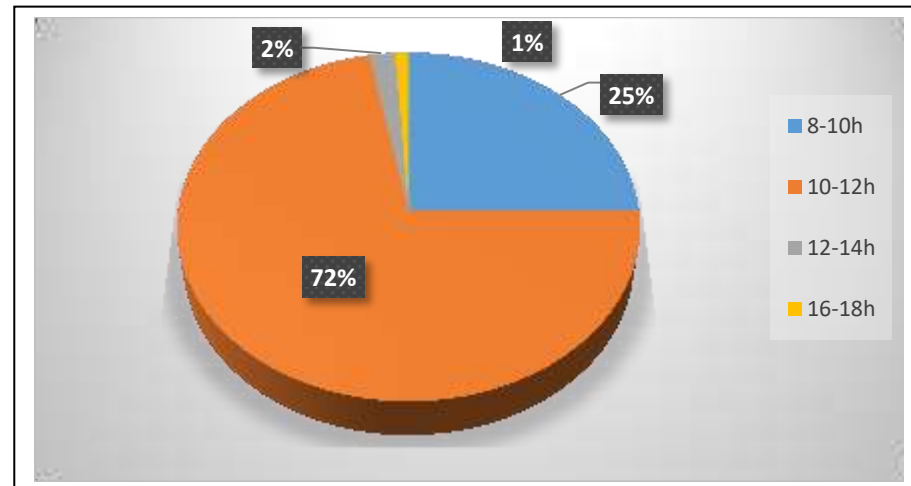
**Figure.7.** L'indique d'où viennent ces nuisances.



**Figure.8.** Le confort acoustique pendant le cours.



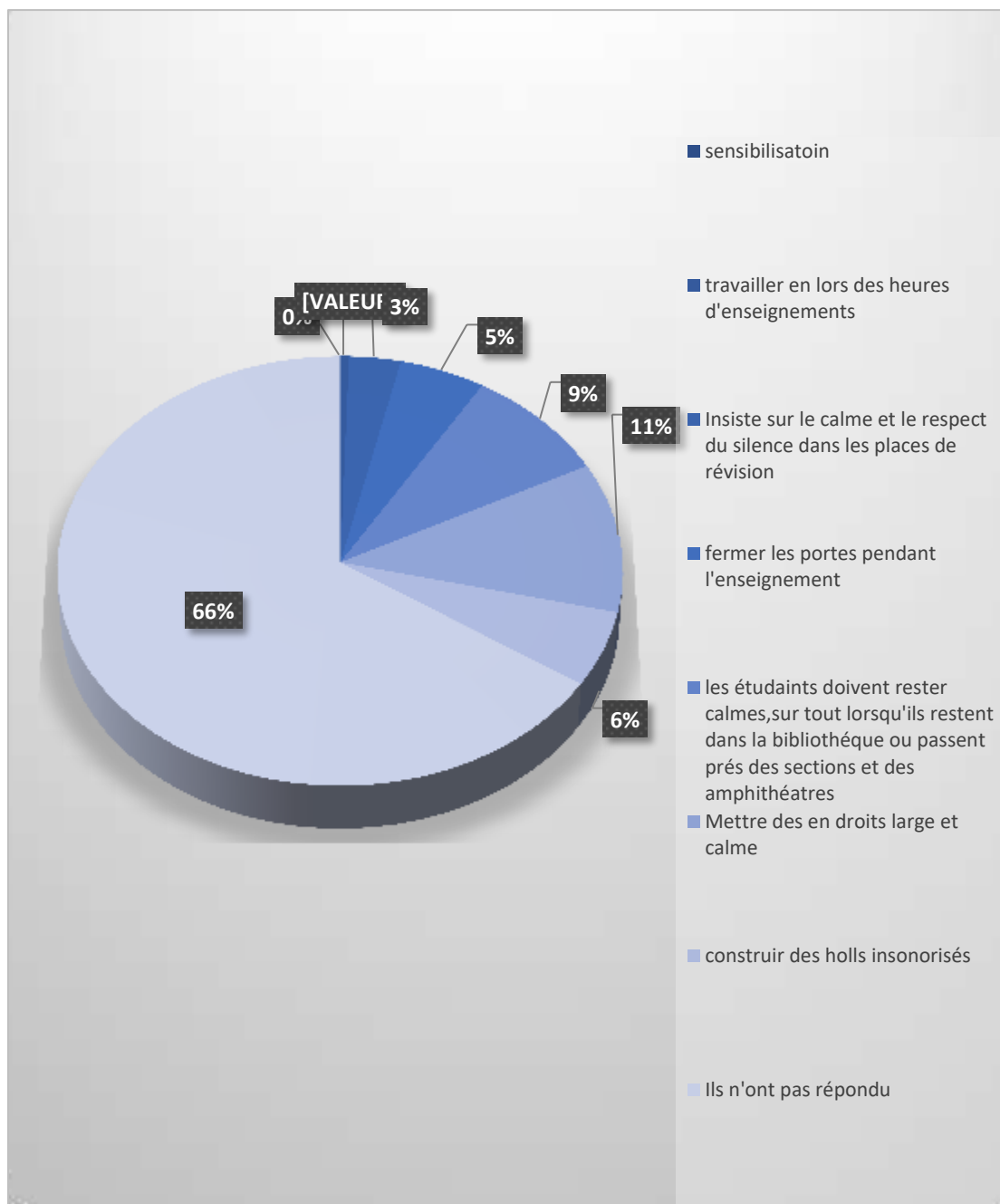
**Figure.9.** Les conséquences du bruit dans la vie quotidienne.



**Figure.10.** Les horaires les plus sensibles aux expositions de bruits.



## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire



**Figure.11.** Propose un meilleur confort acoustique dans l'université

### IV.4.1.2. Interprétation des résultats :

Les figures ci-dessus montrent les résultats suivant :

-Pour l'enquête trouvée concernant les personnes ayant des problèmes de bruits les résultats étaient comme suit : 74% des personnes qui souffrent du bruit et 26% non.

-Pour les différents types de bruits nous avons trouvés 88% des personne qui n'ont pas répondu et la majorité ont déclaré que l'origine de bruit est provient des travaux externes.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

-Pour l'influences des bruits provenant de l'extérieurs sur le rendement de l'étudiant les résultats étaient comme suit : 83% répondre l'influence des bruits extérieurs sur le rendu de l'étudiant, et 17% dit non.

-Pour la sensibilité au bruit 51% les personnes répondre sensible et 49% dit pas sensible.

- Pour l'indique d'où viennent ces nuisances Les personnes qui ont le plus répondu que les produits sonores affectent la vie quotidienne sont 38% enseignement.

- Pour le confort acoustique pendant le cours 55% agréable et 45% n'est pas agréable pendant le cours.

- Pour les personnes qui ont le plus répondu que les produits sonores affectent la vie quotidienne sont 38% qui influent sur enseignement.

- Pour les horaires les plus sensibles aux expositions de bruits la majorité ont constaté que les moments les plus exposés au niveau de bruit sont 72% 10-12h et 25% 8-12h et le moins 2% 12-14h et 1% 16-18h.

- Pour un meilleur confort acoustique dans l'université les personnes concernées ont proposé : de construire des halls insonorisés.

### IV.5. Résultats des Mesures :

Dans la deuxième partie de notre travail intitulé étude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire nous avons effectué des mesure à l'intérieur des meubles de l'université d'Adrar. Les résultats trouvés sont affichés.

#### IV.5.1. pour les amphithéâtres universitaires :

##### IV.5.1.1. Amphi 1 :

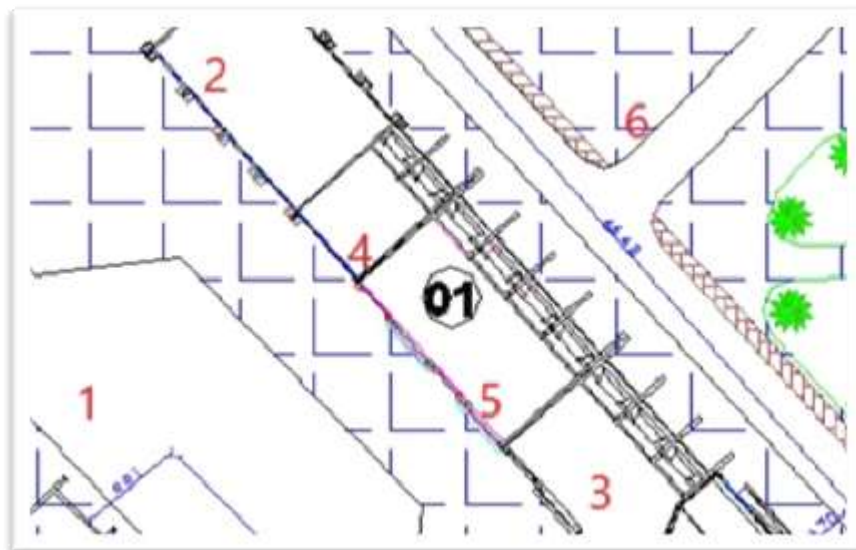
-Date de la mesure : 15 mars 2022.

**Tableau.2.** Résultats de mesure de bruit en Amphi 1

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	48.25	50	oui
N° 2	54.65	50	non
N° 3	54.05	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

N° 4	55.55	50	non
N° 5	56.7	50	non
N° 6	57.9	50	non



**Figure.12.** Position de mesurage de bruit en Amphi1.

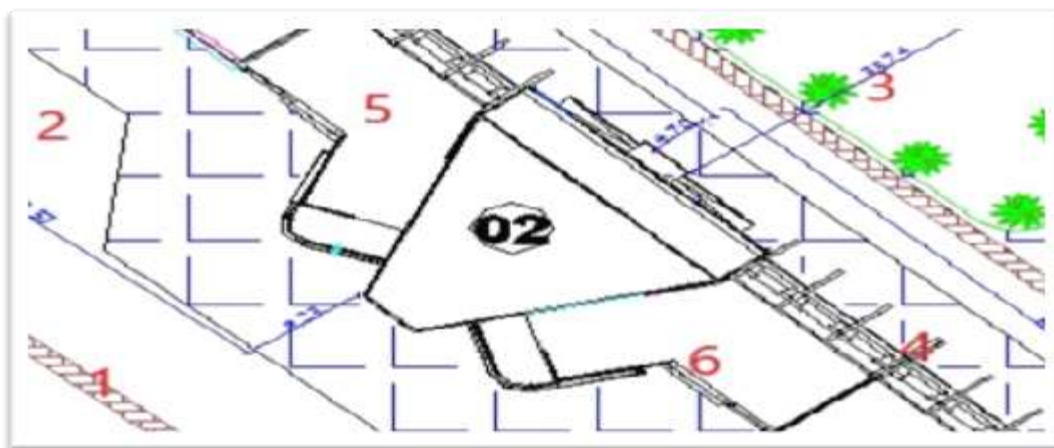
### IV.5.1.2. Amphi 2 :

-Date de la mesure : 16 mars 2022.

**Tableau .3.** Résultats de mesure de bruit en Amphi 2

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	50.95	50	non
N° 2	49.15	50	oui
N° 3	51.55	50	non
N° 4	34.75	50	oui
N° 5	53.8	50	non
N° 6	55.25	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire



**Figure.13.** Position de mesurage de bruit en Amphi 2.

### IV.5.1.3. Amphi 3 :

-Date de la mesure : 16 mars 2022.

**Tableau.4.** Résultats de mesure de bruit en Amphi 3

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	56.5	50	non
N° 2	41.95	50	oui
N° 3	48.05	50	oui
N° 4	58.85	50	non
N° 5	39.3	50	oui
N° 6	49.8	50	oui

### IV.5.1.4. Amphi K

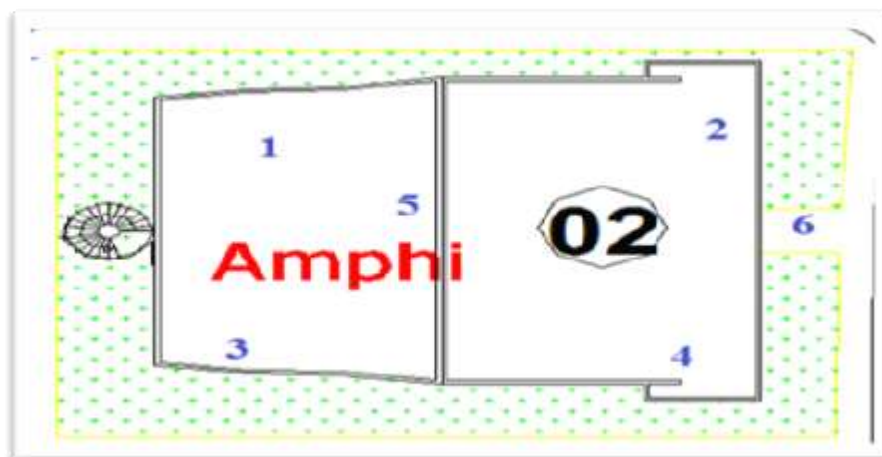
-Date de la mesure : 17 mars 2022

**Tableau.5.** Résultats de mesure de bruit en Amphi K

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	48.7	50	oui
N° 2	55.15	50	non
N° 3	52.75	50	non
N° 4	56.45	50	non
N° 5	51.45	50	non
N° 6	63.35	50	non



**Figure.14.** Position de mesurage de bruit en Amphi K.

### IV.5.1.5. Amphi D :

-Date de la mesure : 17 mars 2022

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

**Tableau.6.** Résultats de mesure de bruit en Amphi D

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	55	50	non
N° 2	55.65	50	non
N° 3	55.9	50	non
N° 4	54.7	50	non
N° 5	54.19	50	non
N° 6	54.55	50	non

### IV.5.1.6. Amphi C :

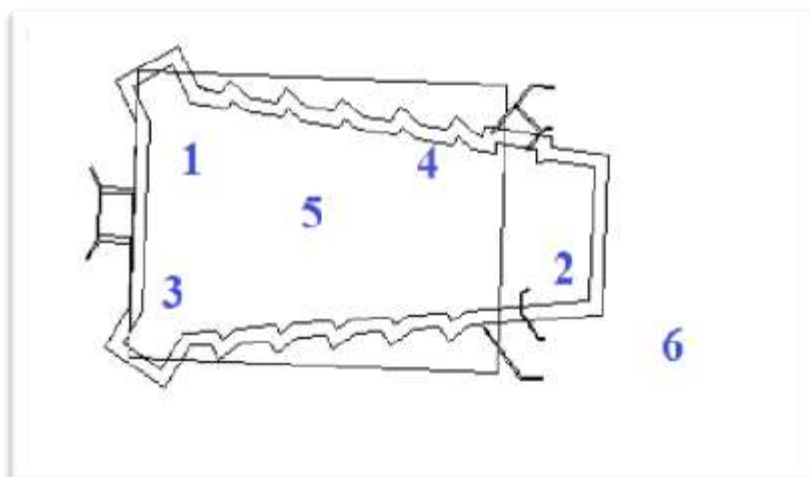
-Date de la mesure : 17 mars 2022.

**Tableau.7.** Résultats de mesure de bruit en Amphi C

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	65.65	50	non
N° 2	67.95	50	non
N° 3	70.1	50	non
N° 4	68.2	50	non
N° 5	64.6	50	non
N° 6	58.95	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---



**Figure.15.** Position de mesurage de bruit en Amphi C.

### IV.5.1.7. Amphi E :

-Date de la mesure : 17 mars 2022.

**Tableau.8.** Résultats de mesure de bruit en Amphi E

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	55.95	50	non
N° 2	51.2	50	non
N° 3	51.45	50	non
N° 4	52	50	non
N° 5	49.55	50	oui
N° 6	67.95	50	non

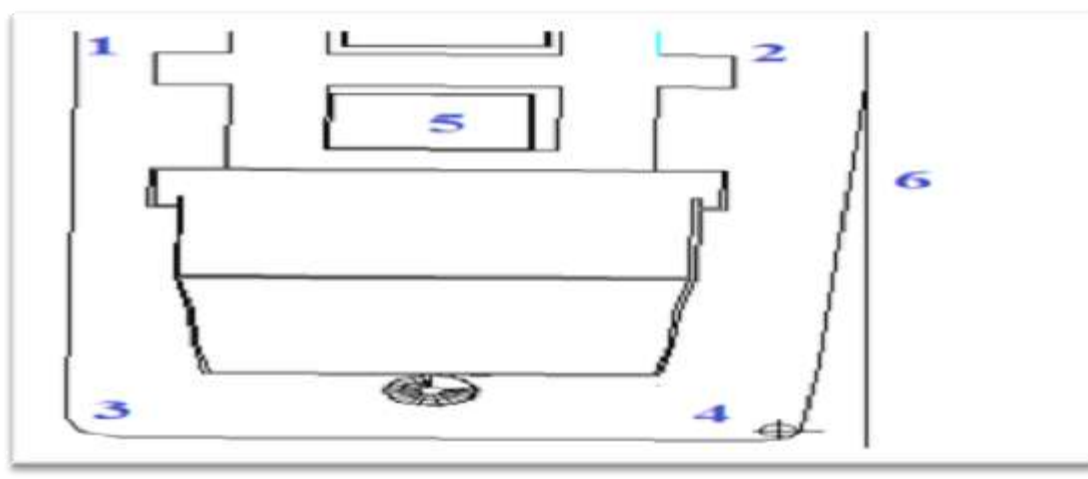
### IV.5.1.8. Amphi G :

-Date de la mesure : 18 mars 2022.

**Tableau.9.** Résultats de mesure de bruit en Amphi G

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	50	50	oui
N° 2	58.2	50	non
N° 3	61.95	50	non
N° 4	69.35	50	non
N° 5	61.25	50	non
N° 6	63	50	non



**Figure.16.** Position de mesurage de bruit en Amphi G.

### IV.5.2. Pour les bibliothèques universitaires :

#### IV.5.2.1. Bibliothèque scientifique et technique :

- Date de la mesure : 18 mars 2022



## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

**Tableau.10.** Résultats de mesure de bruit en bibliothèque scientifique et technique

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	45.95	50	oui
N° 2	52.4	50	non
N° 3	54.75	50	non
N° 4	37.4	50	oui
N° 5	44.1	50	oui
N° 6	53.45	50	non
N° 7	70.9	50	non
N° 8	70.05	50	non
N° 9	71.1	50	non

### IV.5.2.2. Bibliothèque des sciences économiques, commerciales et de gestion :

-Date de la mesure : 19 mars 2022.

**Tableau.11.** Résultats de mesure de bruit en bibliothèque des sciences économiques, commerciales et de gestion

Points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	61.1	50	non
N° 2	62	50	non
N° 3	63.05	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---

N° 4	75.2	50	non
N° 5	64.15	50	non
N° 6	66.9	50	non
N° 7	73.95	50	non
N° 8	60.25	50	non
N° 9	50.35	50	non

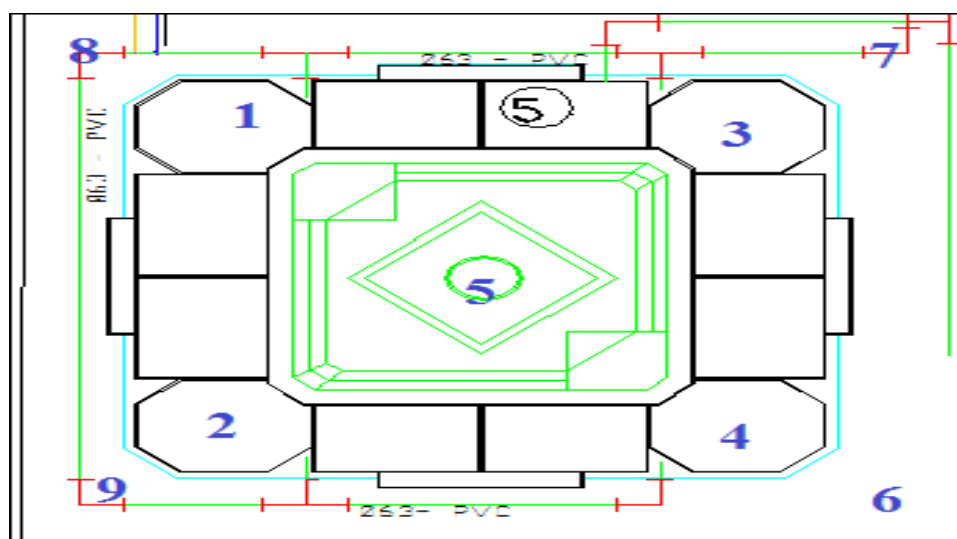
### IV.5.2.3. Bibliothèque central :

-Date de la mesure : 19 mars 2022.

**Tableau.12.** Résultats de mesure de bruit en bibliothèque centrale

Points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	67.3	50	non
N° 2	67.85	50	non
N° 3	60.4	50	non
N° 4	58.25	50	non
N° 5	58.5	50	non
N° 6	56.35	50	non
N° 7	64.65	50	non
N° 8	57.7	50	non
N° 9	61.3	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire



**Figure.17.** Position de mesure de bruit en bibliothèque centrale.

### IV.5.3. Hall technologique :

-Date de la mesure : 20 mars 2022.

**Tableau.13.** Résultats de mesure de bruit en Hall technologique

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	58.7	50	non
N° 2	67.15	50	non
N° 3	59.9	50	non
N° 4	60.55	50	non
N° 5	61.05	50	non
N° 6	63.7	50	non
N° 7	61.4	50	non
N° 8	72.25	50	non
N° 9	75.20	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

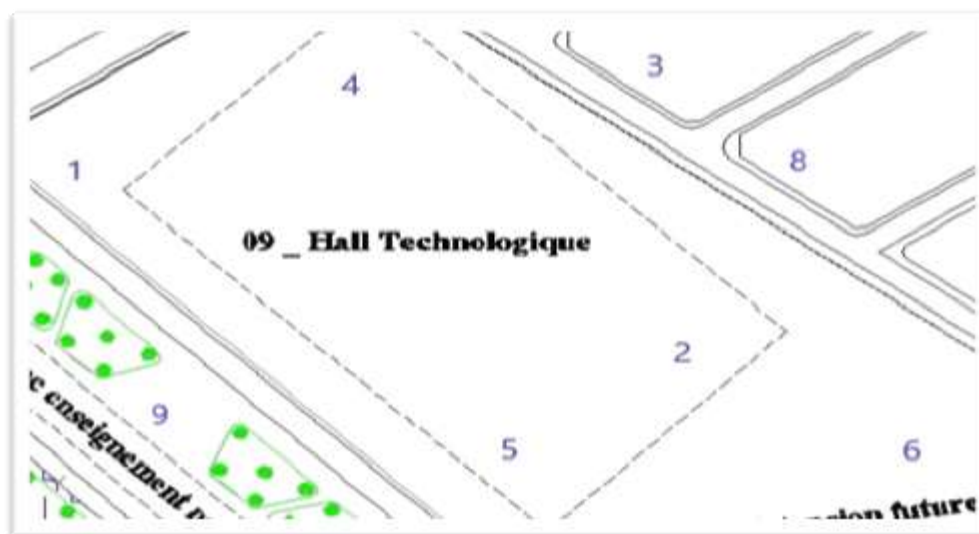


Figure.18. Position de mesurage de bruit en Hall technologique.

### IV.5.4. Pour les administrations universitaires :

#### IV.5.4.1. Centre de calcul :

-Date de la mesure : 20 mars 2022.

Tableau.14. Résultats de mesure de bruit en centre de calcul

Points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	55.55	50	non
N° 2	62.8	50	non
N° 3	65.45	50	non
N° 4	72.3	50	non
N° 5	65.15	50	non
N° 6	84.7	50	non
N° 7	77.15	50	non
N° 8	81	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

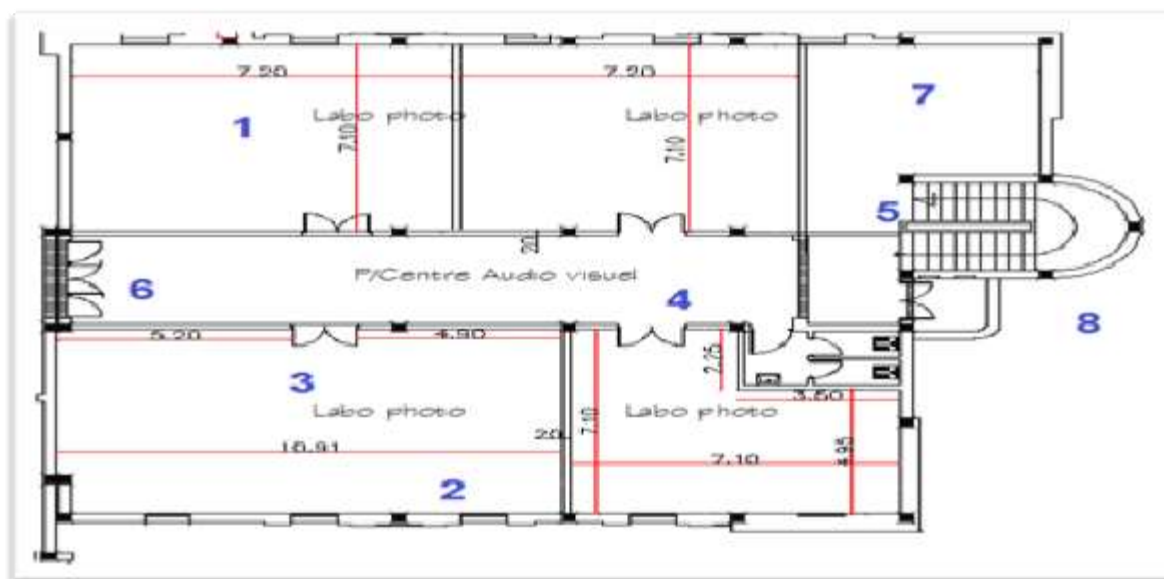


Figure.19. Position de mesurage de bruit en centre de calcul.

### IV.5.4.2. Bureaux Enseignants :

-Date de la mesure : 21 mars 2022.

Tableau.15. Résultats de mesure de bruit en Bureaux Enseignants

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N° 1	58.4	50	non
N° 2	60.9	50	non
N° 3	61.27	50	non
N° 4	65.65	50	non
N° 5	72	50	non
N° 6	77.2	50	non
N° 7	78.75	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

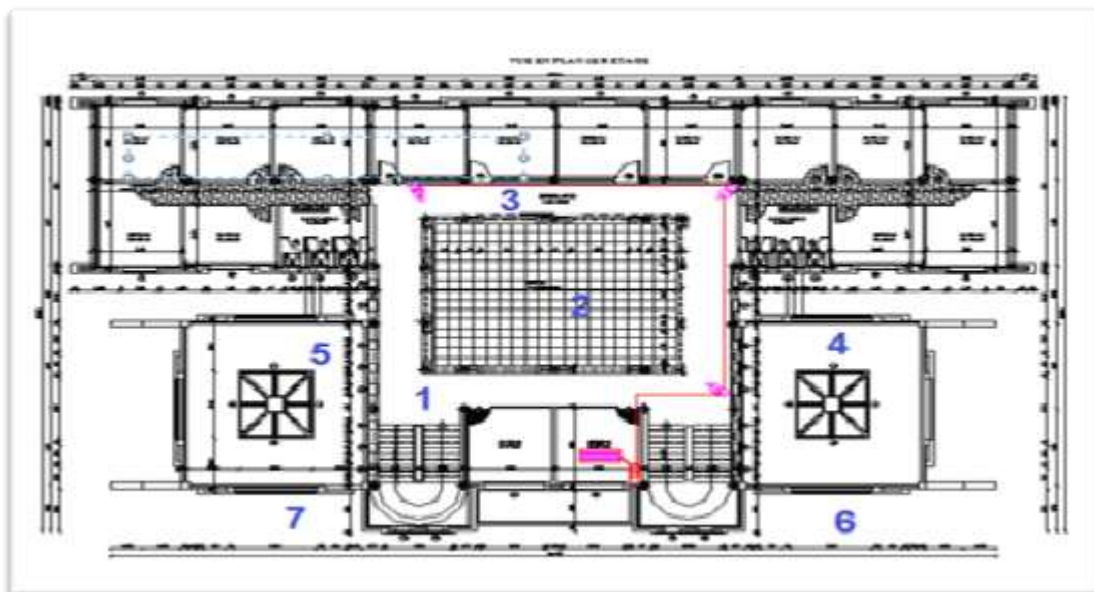


Figure.20. Position de mesurage de bruit en Bureaux Enseignants.

### IV.5.4.3. Centre médico-social :

-Date de la mesure : 21 mars 2022.

Tableau.16. Tableau de mesure de bruit en centre médico-social

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N°1	50.5	50	non
N°2	46.8	50	oui
N°3	48.1	50	oui
N°4	55.4	50	non
N°5	52.5	50	non
N°6	51.3	50	non
N°7	56.8	50	non
N°8	60.3	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

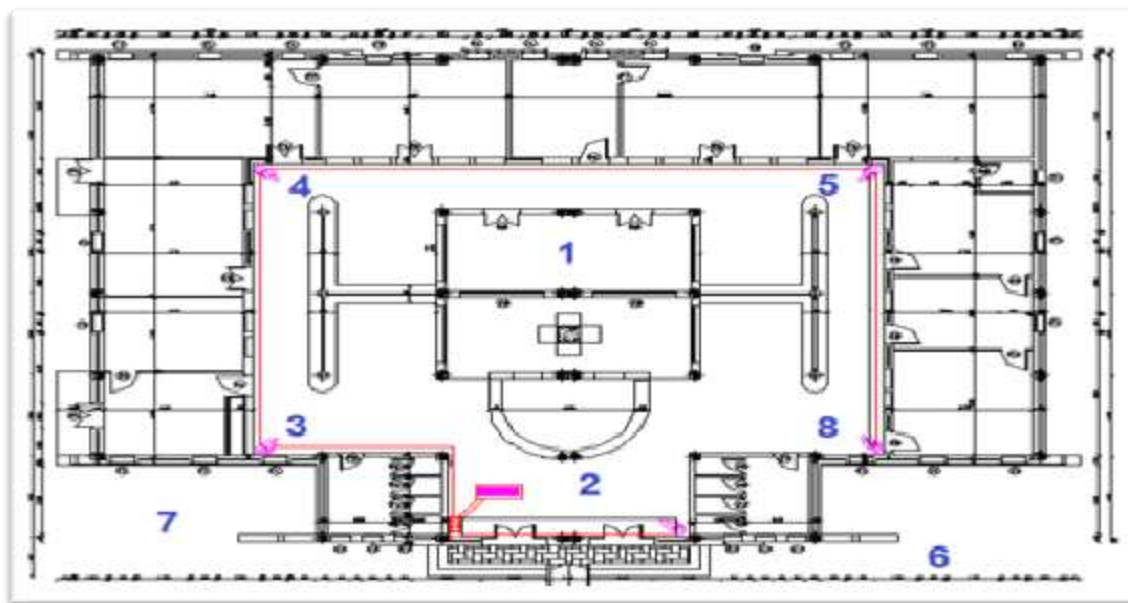


Figure.21. position de mesure de bruit en centre médico-social.

### IV.5.4.4. Médiathèque et audiovisuel :

-Date de la mesure : 21 mars 2022.

Tableau.17. Tableau de mesure de bruit en Médiathèque et audiovisuel

points	Niveau de bruit en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N°1	43.2	50	oui
N°2	50.8	50	non
N°3	51.4	50	non
N°4	48.1	50	oui
N°5	47.2	50	oui
N°6	50	50	oui
N°7	52.5	50	non
N°8	58.7	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

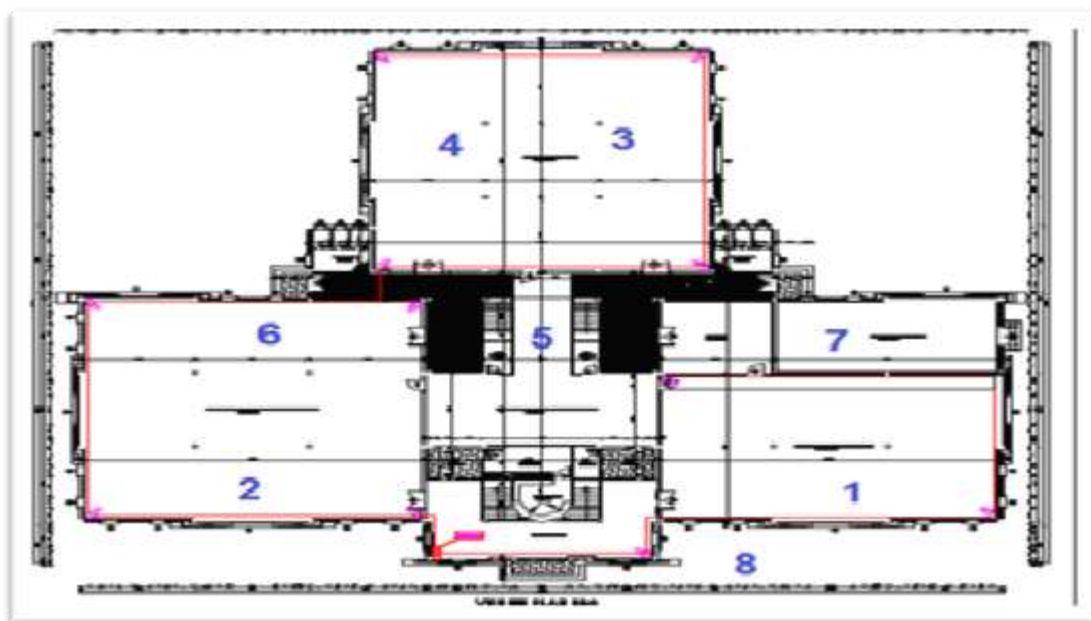


Figure.22. Position de mesurage de bruit en Médiathèque et audiovisuel.

### IV.5.4.5. Administration des Facultés :

Date de la mesure : 22 mars 2022.

Tableau.18. Tableau de mesure de bruit en Administration des facultés

Point	Niveau autorisé en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N°1	54.05	50	non
N°2	55.5	50	non
N°3	62.4	50	non
N°4	47.51	50	oui
N°5	50.85	50	non
N°6	53.3	50	non
N°7	54	50	non
N°8	69	50	non



## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

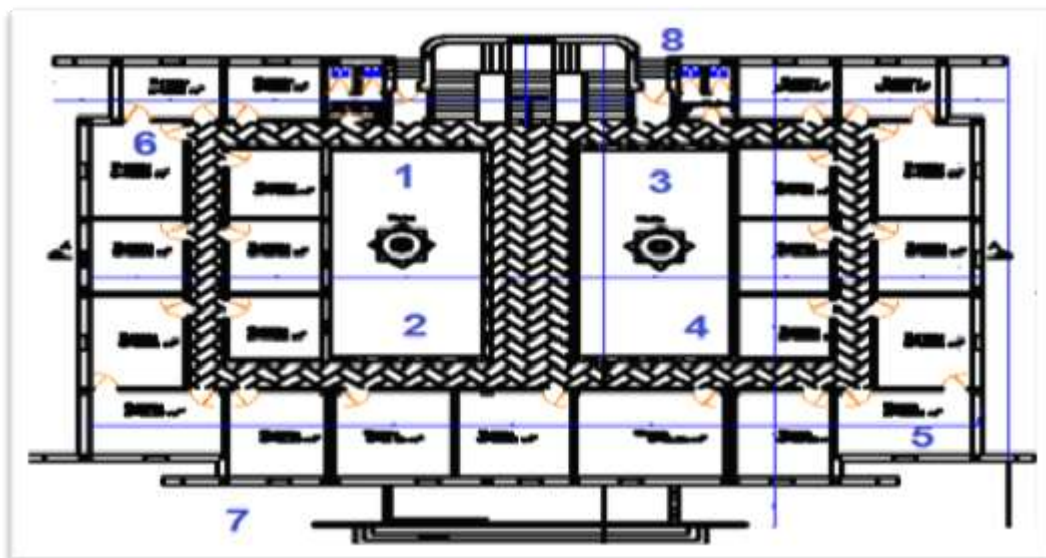


Figure.23. Position de mesurage de bruit en Administration des facultés.

### IV.5.4.6. Laboratoire pédagogique :

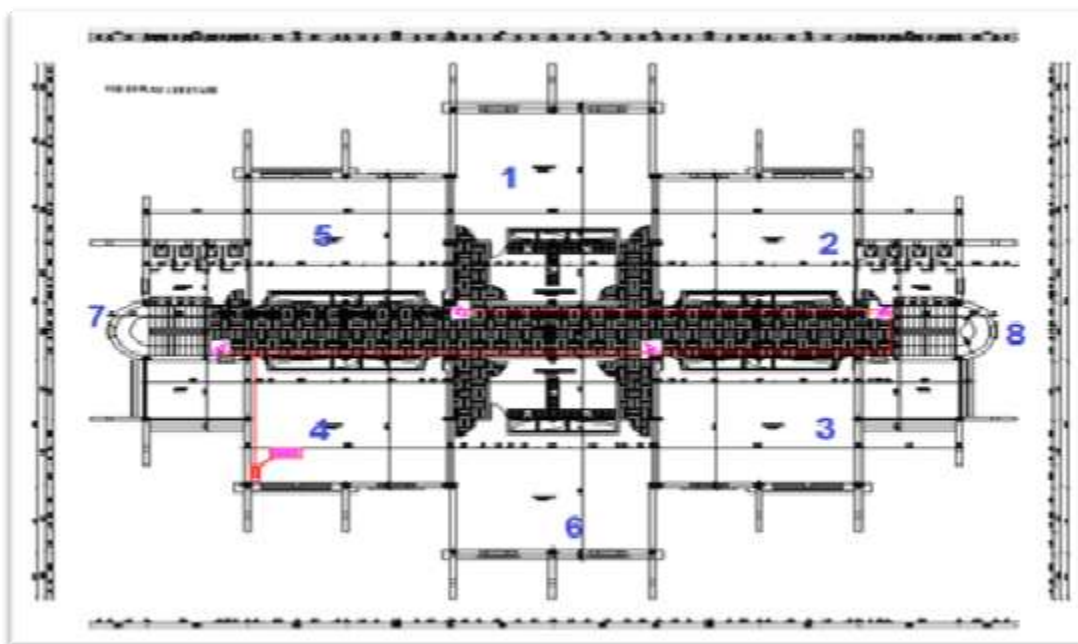
Date de la mesure : 22 mars 2022.

Tableau.19. Tableau de mesure de bruit en Laboratoire pédagogique

Points	Niveau autorisé en dB(A)	Niveau autorisé en dB(A)	Conformité
N°1	75.45	50	non
N°2	64.65	50	non
N°3	66.25	50	non
N°4	70.3	50	non
N°5	66	50	non
N°6	62.65	50	non
N°7	74.55	50	non
N°8	77	50	non

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

---



**Figure.24.** Position de mesurage de bruit en Laboratoire pédagogique

### IV.5.4.7. Interprétation générale :

#### Interprétation des résultats :

#### Résultat :

- A. Les résultats de mesures obtenus montrent dans les amphis (1 et 2, 3) et dans le centre de médiathèque que les niveaux de bruit est acceptables, puisque elles varient entre 50dB(A) -40dB (A), on classe alors le meuble comme meubles très calme très approprié pour les cours.
- B. Les résultats de mesures de bruit en amphi (K et G, D, C) montrent que les valeurs de bruit varient de 60dB(A) -70dB (A), cela est dû aux mouvements des étudiants qui conduisent à un bruit élevé.
- C. Les résultats de mesures de bruit dans la bibliothèque centrale, bureaux des enseignants, le centre de calcul et dans le hall technologie : montrent la non-conformité de niveau de bruit avec la norme autorisé.

## **Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire**

---

### **IV.5.5. 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. [16]

#### **IV.5.5.1. PARTIE SIMULATION**

##### **IV.5.5.1.1. 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 chimiques par modèles physiques, mathématiques, thermodynamiques, qui traduisent les comportements par l'intermédiaire de la 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. [16]

##### **IV.5.5.1.2. Présentation l'outil de simulation le code tympan :**

##### **IV.5.5.1.3. Procédure de la simulation**

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

- L'image satellite 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.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6. Cartographie de Bruit :

Pour conforter nos résultats, nous les avons représentés sous forme des cartographies de bruit 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.

A titre indicatif, au cours de l'effectuation de notre simulation nous avons choisi de simulé d'abord chaque source de bruit seule pour ensuite généraliser la simulation à tous les constructions.

#### IV.5.6.1. Cartographie de Bruit de l'amphi 1 :

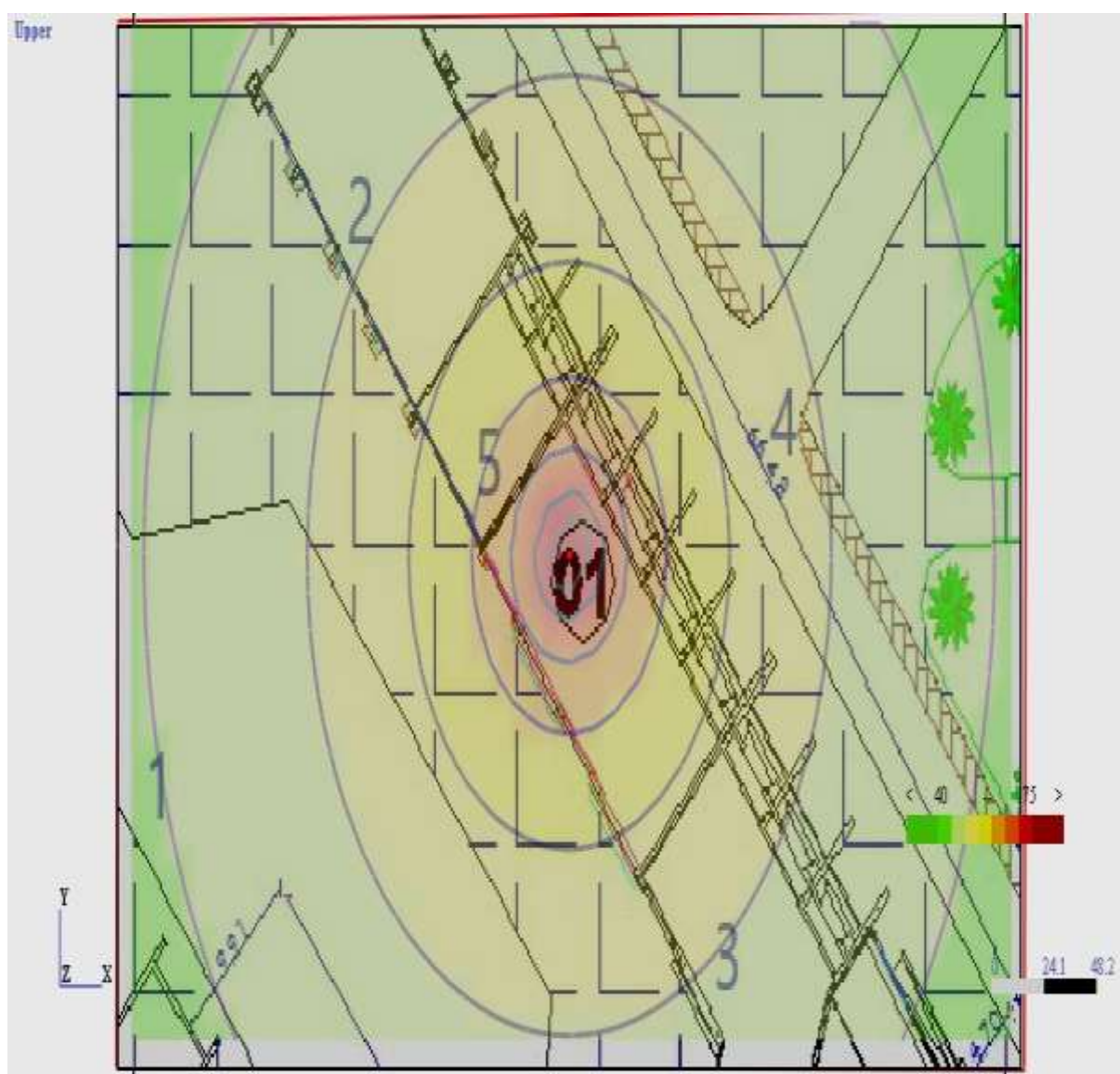


Figure.25. Cartographie du bruit de l'amphi 1.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6.2. Cartographie de Bruit de l'amphi 2 :

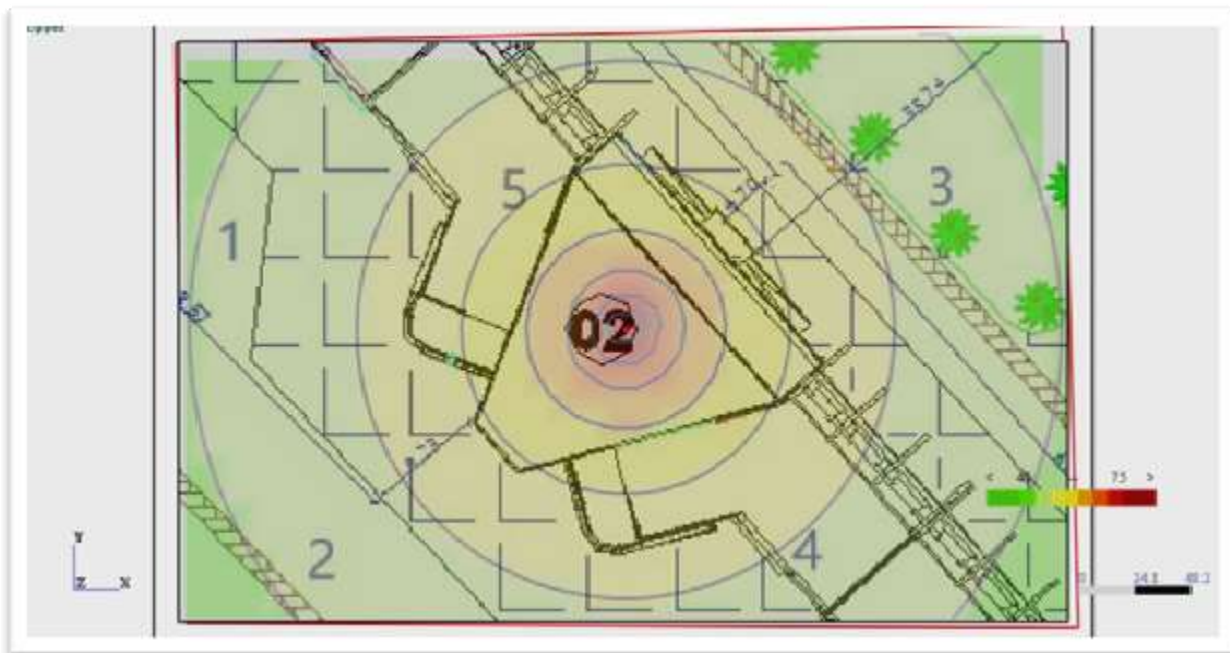


Figure.26. Cartographie du bruit de l'amphi 2.

### IV.5.6.3. Cartographie de Bruit de l'amphi K :

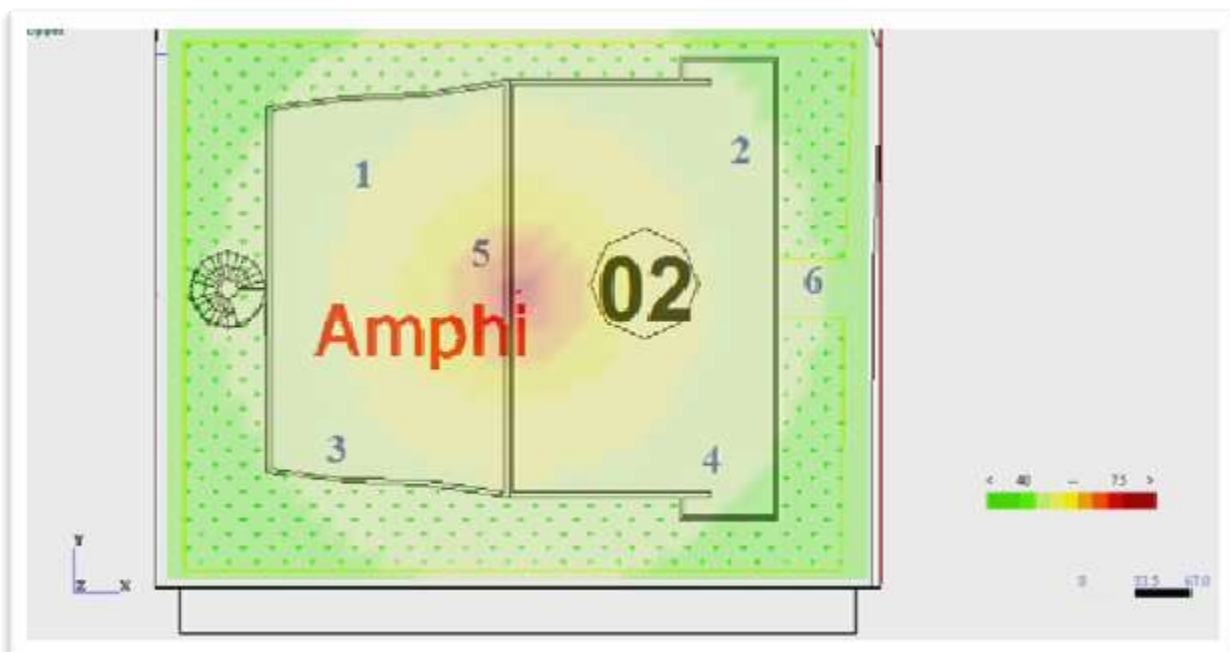
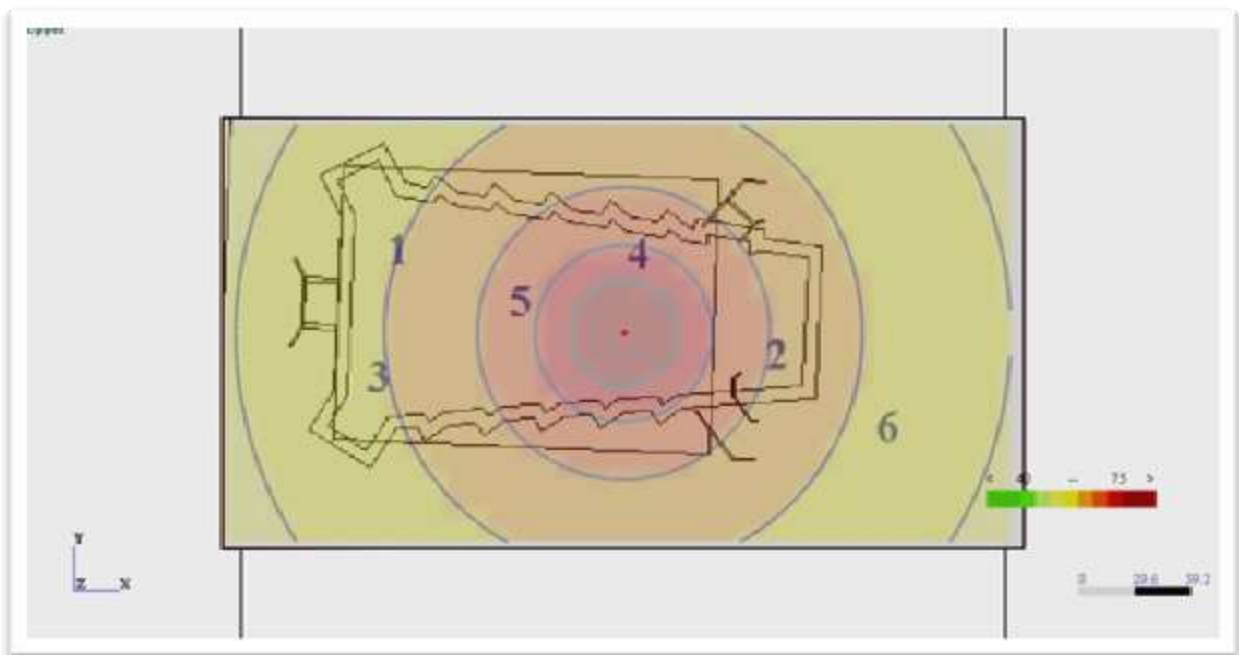


Figure.27. Cartographie du bruit de l'amphi K.

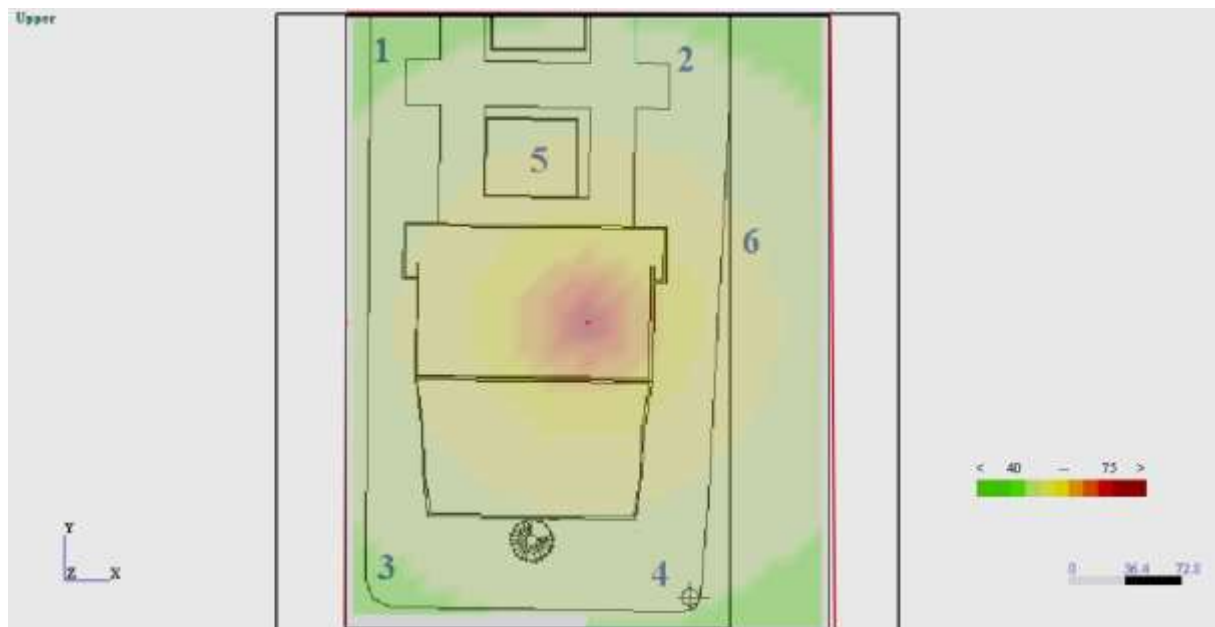
## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6.4. Cartographie de Bruit de l'amphi C :



**Figure.28.** Cartographie du bruit de l'amphi C.

### IV.5.6.5. Cartographie de Bruit de l'amphi G :



**Figure.29.** Cartographie du bruit de l'amphi G.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6.6. Cartographie de Bruit en Bibliothèque central :

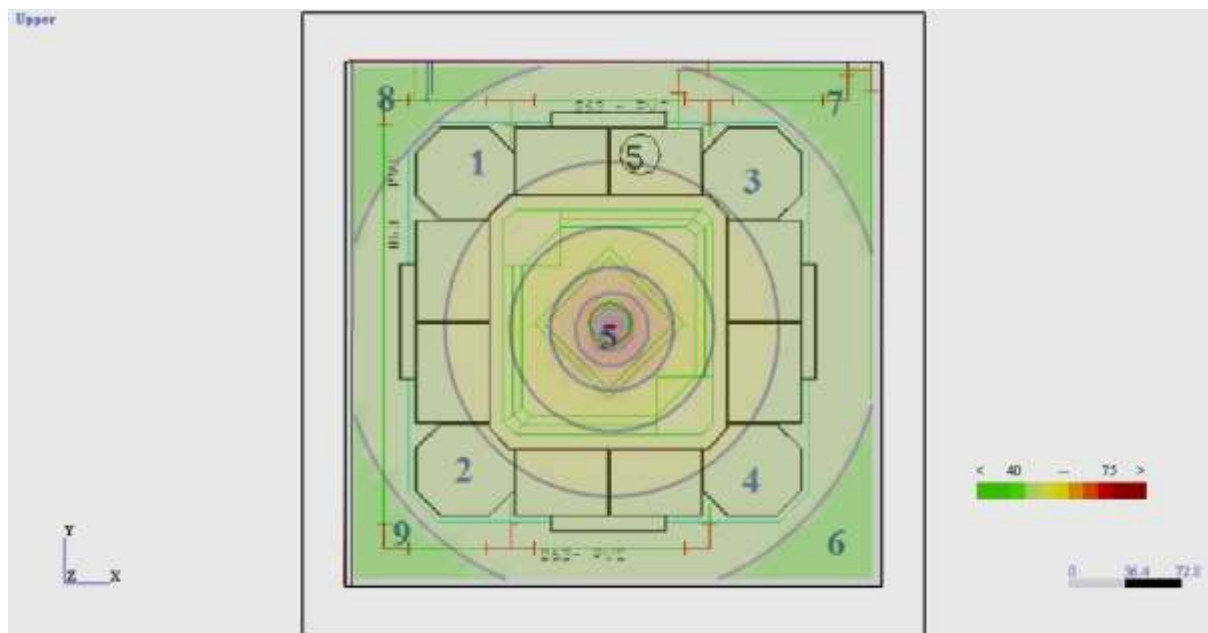


Figure.30. Cartographie du bruit de la Bibliothèque central.

### IV.5.6.7. Cartographie de Bruit en Hall technologique :

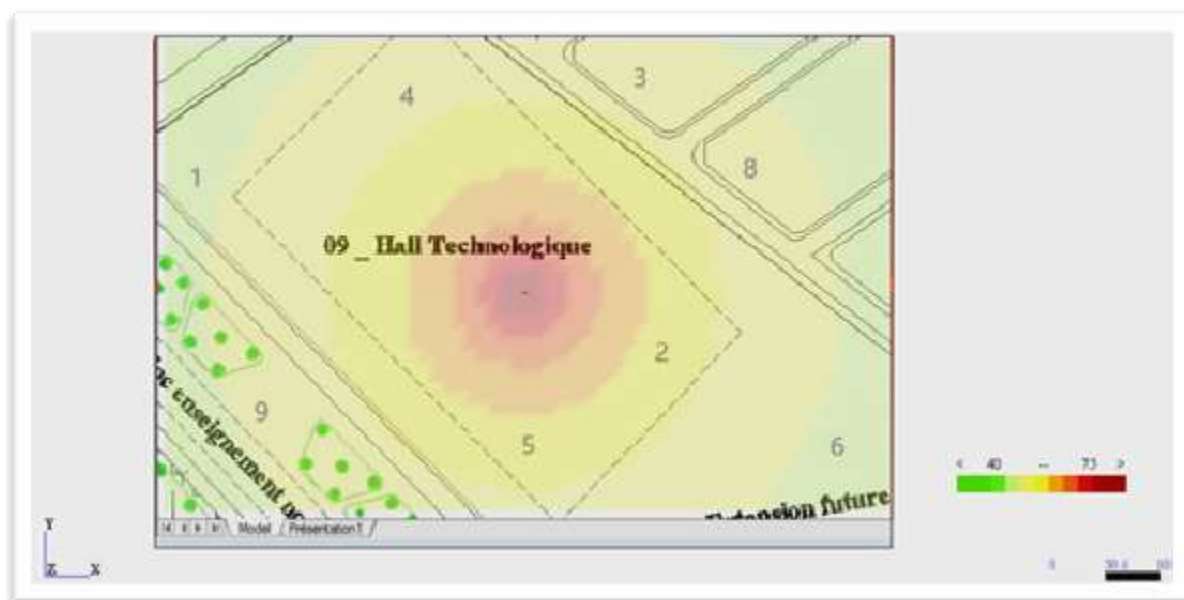


Figure.31. Cartographie du bruit du Hall technologique.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6.8. Cartographie de Bruit en Centre de calcul :

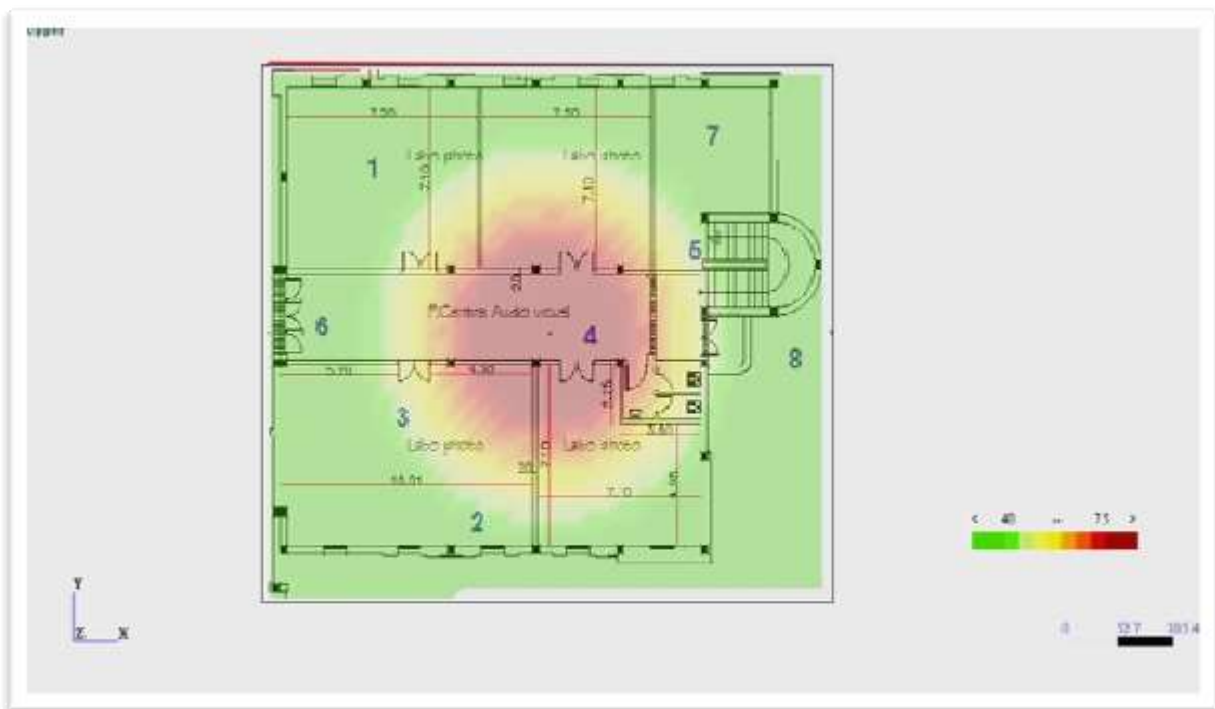


Figure.32. Cartographie du bruit du Centre de calcul.

### IV.5.6.8. Cartographie de Bruit en Bureaux Enseignants :

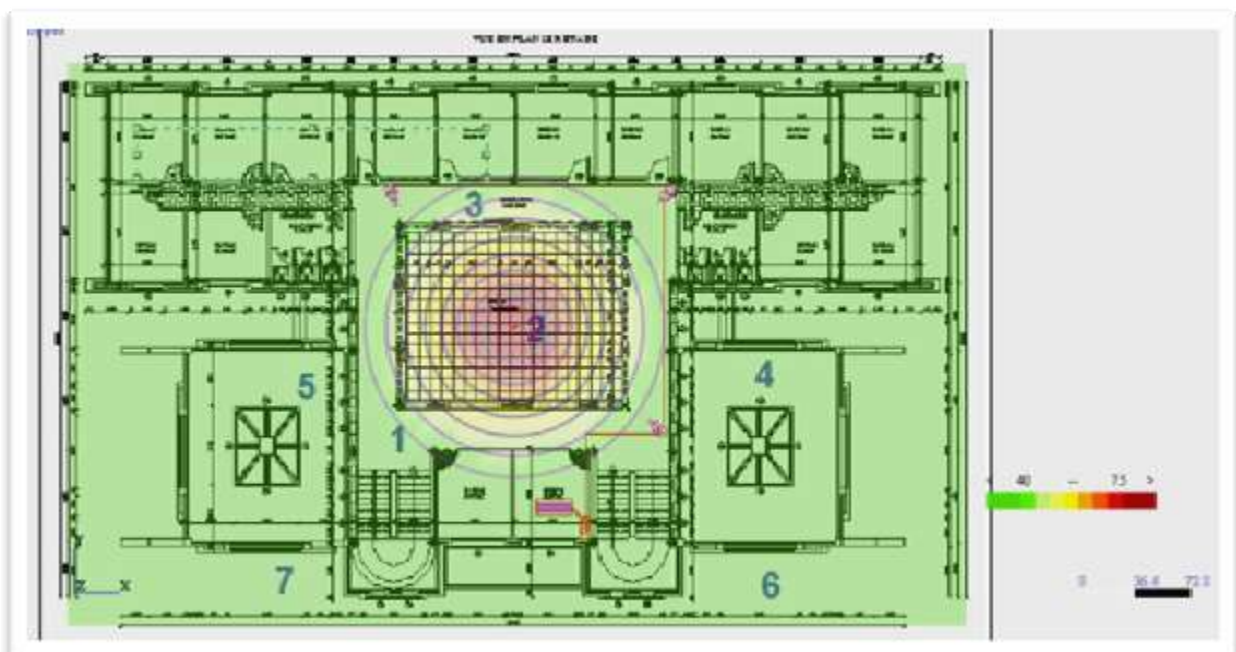


Figure.33. Cartographie du bruit des Bureaux Enseignants.



## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6.9. Cartographie de Bruit en Centre médico-social :

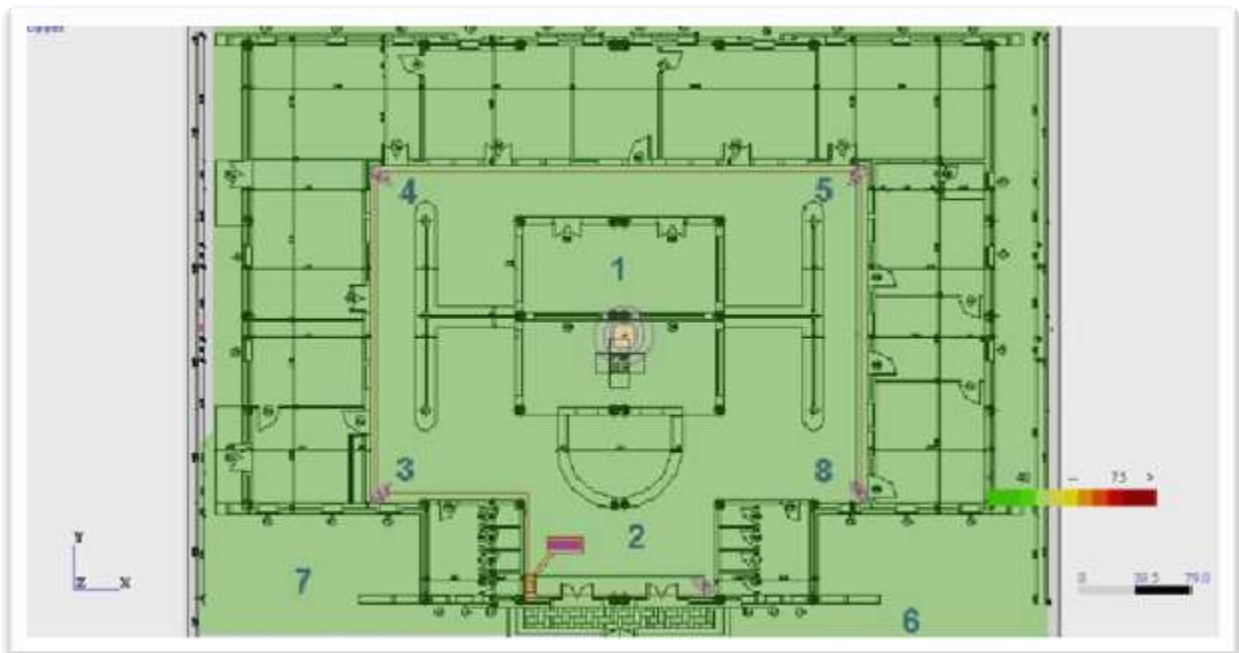


Figure.34. Position de mesurage de bruit en Centre médico-social.

### IV.5.6.10. Cartographie de Bruit en Médiathèque et audiovisuel :

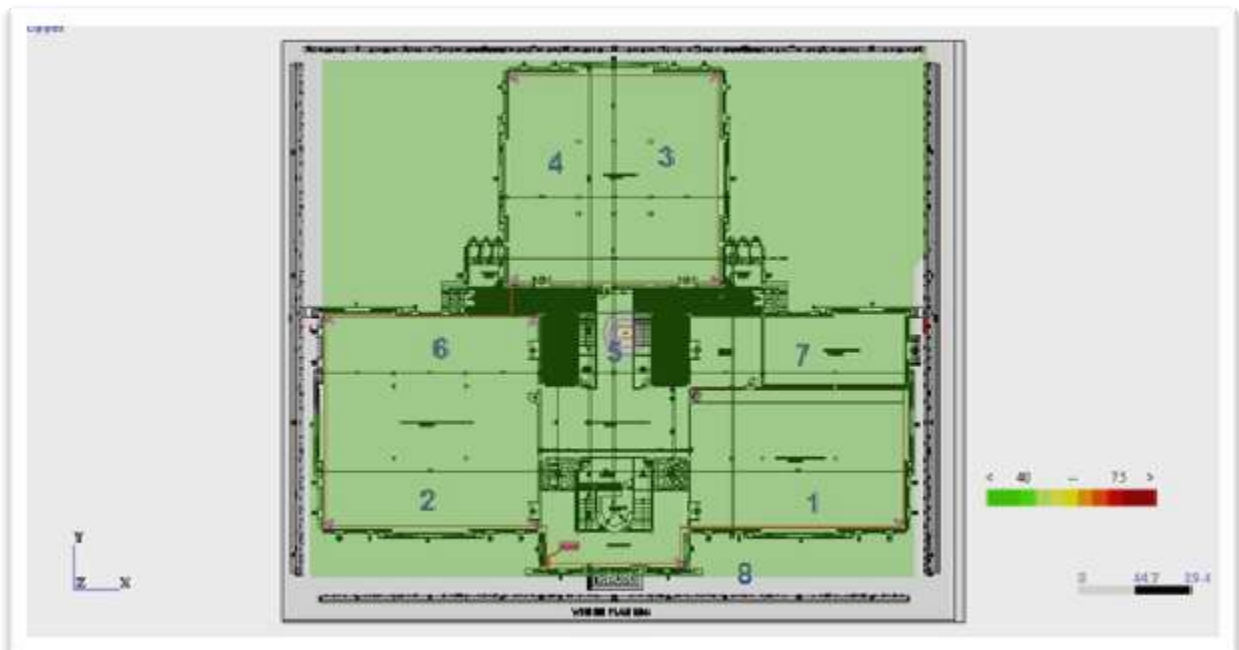


Figure.35. Position de mesurage de bruit en Médiathèque et audiovisuel.

## Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire

### IV.5.6.11. Cartographie de Bruit en Administration des Facultés :

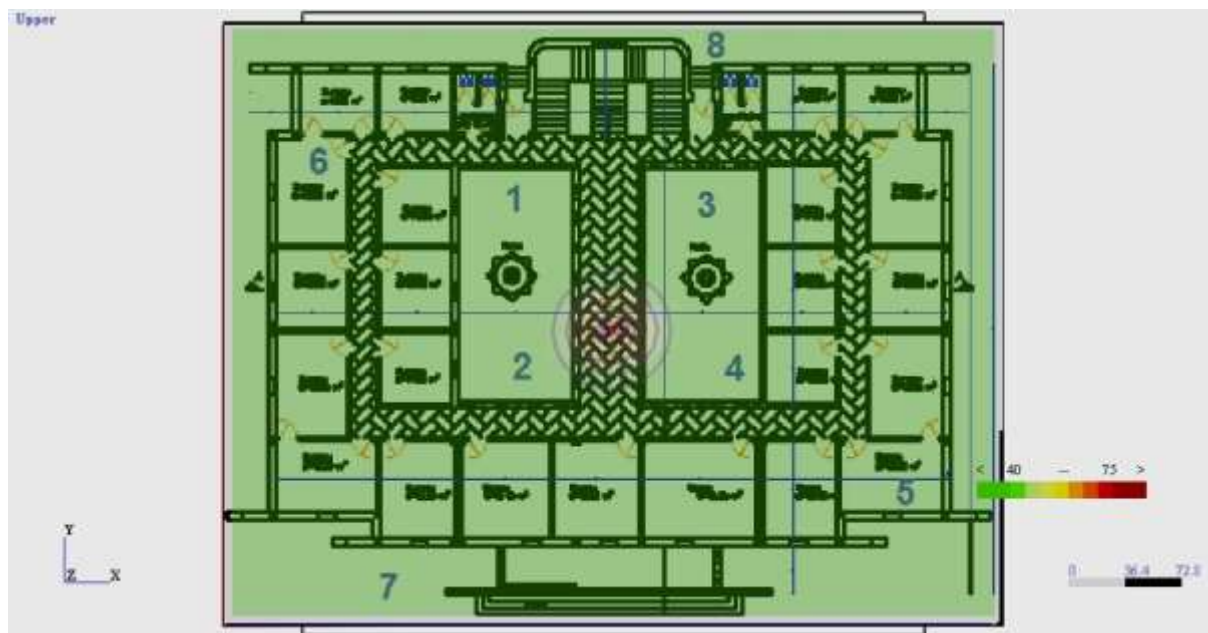


Figure.36. Position de mesurage de bruit en Administration des Facultés.

### IV.5.6.12. Cartographie de Bruit en Laboratoire pédagogique :

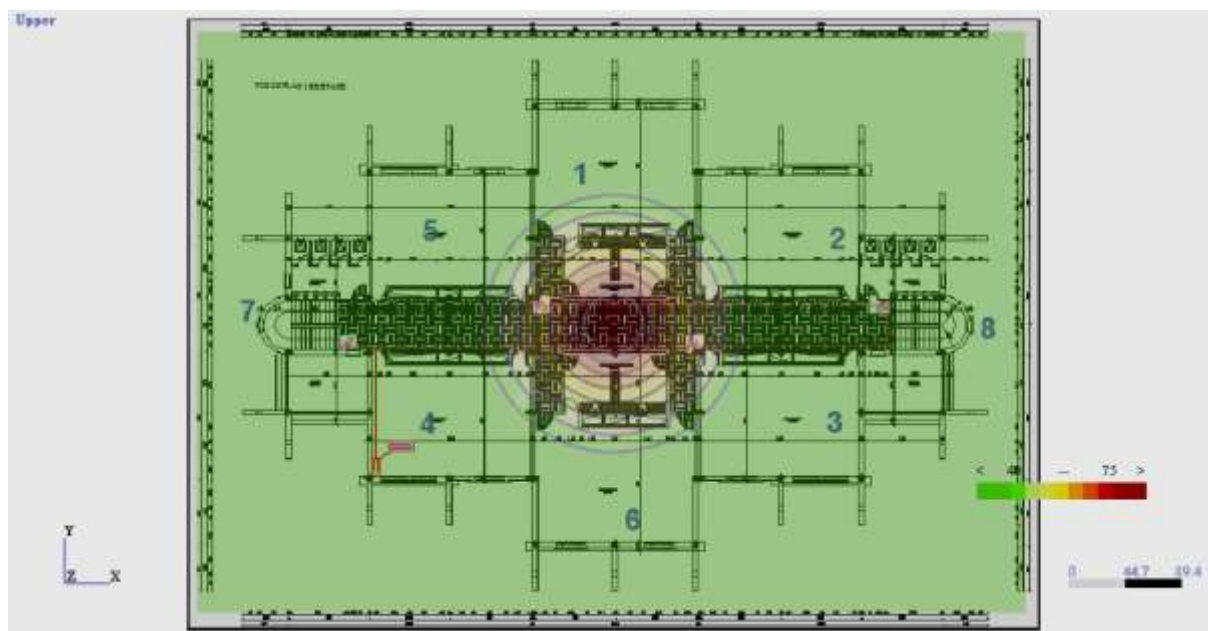


Figure.37. Position de mesurage de bruit en Laboratoire pédagogique.

## **Chapitre IV : Etude acoustique de bruit générée dans le milieu universitaire**

---

### **IV.5.7. Interprétations des résultats :**

Dans cette partie nous avons réalisé une cartographie générale du bruit e toutes les Blocs de l'université d'Adrar. Ceci nous a permis d'évaluer globalement l'exposition au bruit dans le milieu universitaire et d'identifier les différentes sources de bruits excitant. Nous avons aussi établi des prévisions générales pour l'université 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 l'université.

# **CONCLUSION GENERALE**

# CONCLUSION GENERALE

---

## Conclusion générale

Pour conclure ; d'après le travail que nous avons réalisé dans notre mémoire de fin d'étude nous constatons que :

- ✓ La qualité de l'environnement sonore à l'intérieur de l'université d'Adrar est acceptable.
- ✓ Certain blocs nécessitent, une adaptation de l'insonorisation et réaménagement pour être mieux confort acoustiquement.
- ✓ Toutes les bibliothèques de l'université d'Adrar nécessitent une implantation des revêtements des murs pour un isolement acoustique efficace.
- ✓ Les bureaux des enseignants souffrent par les bruit provient de cafeteria -foyer des étudiant.

Pour améliorer la qualité de l'environnement en milieu universitaire, des efforts importants doivent encore être consentis pour réduire tant que possible l'impact des sources interne-externe sur l'environnement et la santé publique, notamment en terme de bruit

# **REFERENCE BIBLIOGRAPHIE**

## Référence Bibliographie

---

### Référence Bibliographie

- [1] **Mammeri , Wahida et Kassas, Randa. 2014-2015.** l'intégration du confort acoustique dans les équipements sportifs cas complexe sportif à constantine. constantine : s.n.,( 2014-2015).
- [2] **Ababsa, Sarra et Salhi, Safia. 2019-2020.** les ambiances sonores dans les ecoles d'architecture. oum el bouaghi : s.n., (2019-2020).
- [3] **j.-P, BELLIER, C., Bouloy et D., GUEANT.** Expériences de physique (optique,mécanique,fluides,acoustique). s.l. : DUNOD.
- [4] **BENABDALLAH, RIDHA. 2019.** Acoustique architecturale. Biskra : Mémoire de master, 2019.
- [5] **septembre 2015.** Plan de prévention du bruit dans l'environnement des infrastructures nationales de transports terrestres . s.l. : OPOIBI, septembre 2015.
- [6] **HARPET, Cyrille et MADEC, Laurent. 2011.** le bruit nuit-il gravement a la santé . s.l. : EHESP, 2011.
- [7] **DJEDDOUL, Ibtissem et YAHIAOUI, Amina. 2015.** le confort acoustique dans les établissements éducatif cas d'étude lycée a Ain kercha. oum el bouaghi : memoire pour l'obtention du diplome de master en architecture, 2015.
- [8] **Vincent, Champilou et Bastien, Coutant. 2011-2012.** correction acoustique des salles de TD 3N21 vers une solution "tout bois". 2011-2012.
- [9] **BOUKADOUM, A. (2012).** Evaluation du confort acoustique dans les salles de cours des établissements scolaires. constantine: memoire pour l'obtention de magistere en architecture .
- [10] **Pole Régional Bruit-BRUIT DE VOISINAGE,Guide de traitement des plaintes\_juillet 2013.**
- [11] ( Source :<https://www.google image.com>)
- [12]:**xavier.vuylsteke@Cstb.** cours d'acoustique et mécanique ondulatoire. [En ligne] 2012-2013.
- [13]:**M.Arthur. Aout 2017.** ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE. [En ligne] ENGIE, Aout 2017.
- [14]:**Sophie, Pujol. 2012.** le bruit environnemental en milieu urbain:exposition d'une population d'enfants et performances scolaires. s.l. : Thèse en vue de l'obtention du titre de docteur de l'université de franche-comté , 2012.
- [15]:**ILIAS, ARBAOUI. 2018.** etude acoustique du bruit généré par les unités industrielles d'arzew. oran : thèse de doctorat, 2018.

## Référence Bibliographique

---

[16]:mémoire 2021



## Résumé :

Dans le cadre d'évaluation des émissions sonores existantes dans le milieu universitaire, une étude acoustique approfondie a été réalisée au niveau de l'université d'Adrar. Cette étude avait comme première mission d'estimer et d'identifier les différentes sources de bruit par la réalisation d'une investigation sonores à travers de l'analyse des résultats des questionnaires établis et distribuer aux personnels de l'université d'Adrar. Après, l'identification des sources de bruit une série de mesures de bruit par deux sonomètres ont été faite à l'intérieur de l'université d'Adrar, d'identifier les sources et les origines de pollution au sein de l'université même, Le but était d'évaluer et vérifier niveaux de bruit par rapport aux normes internationales.

Les résultats de mesure trouvés ont montré dans le cadre générale le respect d'un côté : aux normes internationale des seuils du bruit autorisé, et d'un autre coté aux exigences environnementales lorsqu'il s'agit du confort acoustique.

**Mots clés :** étude acoustique, bruit, université d'Adrar

## ملخص

في إطار تقييم انبعاثات الضوضاء الموجودة في البيئة الجامعية تم اجراء دراسة صوتية متعمقة على مستوى جامعة ادرار كانت مهمتنا الأولى في هذه الدراسة تقدير وتحديد مصادر الضوضاء المختلفة من خلال اجراء تحقيق سليم من خلال تحليل نتائج الاستبيانات الموضوعية وتوزيعها على أعضاء جامعه ادرار. بعد تحديد مصادر الضوضاء , تم عمل سلسلة من قياسات الضوضاء بمقياس مستوى الصوت داخل جامعة ادرار, لتعرف على مصادر التلوث داخل نفس الجامعة . كان الغرض هو تقييم مستويات الضوضاء والتحقق منها مقابل المعايير الدولية. أظهرت نتائج القياس التي تم العثور عليها في الاطار العام الاحترام من جانب واحد للمعايير الدولية للحدود المسموح بها للضوضاء , وعلى الجانب الاخر للمتطلبات البيئية عندما يتعلق الامر بالراحة الصوتية .

**كلمات مفتاحية:** دراسة صوتية، ضوضاء، جامعة ادرار

## Abstract:

As part of the evaluation of existing noise emissions in the university environment, an in-depth acoustic study was carried out at the University of Adrar. This study had as its first mission to estimate and identify the different sources of noise by carrying out a sound investigation through the analysis of the results of the questionnaires established and distributed to the staff of the University of Adrar. After, the identification of noise sources a series of noise measurements by two sound level meters were made inside the University of Adrar, to identify the sources and origins of pollution within the same university , The aim was to assess and verify noise levels against international standards. The measurement results found showed in the general framework the respect on one side: to the international standards of the authorized noise thresholds, and on the other side to the environmental requirements when it comes to acoustic comfort.

**Keywords:** acoustic study, noise, Adrar University