

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER en Génie Civil**

**Spécialité** : Structure, Efficacité Energétique dans les bâtiments de constructions

Par : SAYAH Sahli et BENHAMMOU Mouhamed Anes

### Sujet

## Isolation acoustique et thermique dans l'université

Soutenu publiquement, le / / 2022 , devant le jury composé de :

Mr. MEGHNOUNIF A.	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
Mr. HENAOUI M.	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur
Mr. TALEB O.	MCA	Univ. Tlemcen	Encadrant
Mr. MAACHOU O.	MAA	Univ. Tlemcen	Encadrant

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# REMERCIEMENT

*Grâce à **Dieu** tout puissant, nous avons pu accomplir ce modeste travail.*

*Ce travail de mémoire n'a pu voir le jour sans l'appui et le soutien de nombreuses personnes que nous souhaitons vivement remercier :*

*Monsieur **TALEB Omar**, notre encadrant, pour ses orientations évolutives ainsi que pour son esprit d'initiative et de recherche qu'il a su nous transmettre.*

*Monsieur **MAACHOU Omar** de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé. Et pour l'attention qu'il nous a consacrée tout au long de ce travail.*

*Professeur **MEGNOUNIF Abdelatif** pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence du jury.*

*Monsieur **HENAOUI Mustafa** pour avoir accepté de juger ce modeste travail.*

## Dédicace

*Je dédie ce travail à **Mes parents** qui ont tout fait pour me permettre la réussite dans la vie, mes chères **sœurs**, mes **frères**, , mes **grands parents** et toute ma grande famille.*

*Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont très chers et qui m'ont aidé de près et de loin durant toute cette période.*

*Je dois aussi exprimer ma profonde gratitude à Mon binôme*

***SAYAH Sahlî***

*Ainsi à tous les **Enseignants** du département de génie civil qui m'ont aidé durant mon cursus universitaire.*

*Pour finir, je remercie tous mes amis (es), tous les étudiants en Master de l'année 2021/2022 du département de Génie Civil, et sur tous les futurs ingénieurs en efficacité énergétique .*

***ANES BENHAMMOU***

## Dédicaces

*En cet honorable lieu, d'un simple geste tracé par écrit, mais qui jaillie du  
Profond sentiment de reconnaissance, permettez-moi de citer les noms*

*Comme un mémorandum pour ceux qui ont une place particulière*

*Je dédie ce modeste travail en premier à ma chère mère qu'elle a été  
toujours là pour moi.*

*Mon père [Allah yarahmou]*

*A Ma sœur romaïssa , mes frères Alaeddine , Abdenoor , Moncéf et ma  
belle sœur marwa.*

*A Mon neveu Fayçal et ma nièce rahaf*

*A toutes ma famille sans exception.*

*A mon binome Anes benhammou*

*A toutes mes amis*

*A mon encadrant omar taleb et omar maachou et tous les professeurs et  
enseignants ET A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.*

*A tous ; je dédie cette mémoire, qui est le sens de mes études  
supérieurs, tel un Présent du cœur, en priant ALLAH tout  
puissant à le mettre au service de notre nation et du bien de  
l'humanité, et qu'il sera une lumière sur mon parcours  
professionnel.*

**SAYAH SAHLI**

## الملخص

في هذا العمل أجرينا دراسة تجريبية على العزل الحراري والصوتي على مستوى الكلية التكنولوجية بتلمسان أين تم إجراء القياسات الحرارية وقياس الرطوبة باستخدام daqbox بينما تم قياس مستويات الصوت بمقياس مستوى الصوت.

بعد ذلك تم مقارنة النتائج المتحصل عليها مع معيار ISO 7730 وكذا المعايير الجزائرية حيث أظهرت هذه النتائج أن بعض المناطق قد لا تلبى متطلبات هذه المعايير من حيث الحرارة والصوتيات و لذلك تم اقتراح حلول لمعالجة هذا الوضع.

الكلمات المفتاحية: العزل ، الحراري ، الصوتي ، قياس الرطوبة ، المعايير

## Résumé

Dans ce travail, nous avons réalisé une enquête expérimentale sur l'isolation thermique et acoustique au niveau de la faculté de Technologie de Tlemcen. Les mesures thermiques et hygrométriques ont été réalisées à l'aide d'un daqbox alors que les niveaux sonores ont été mesurés avec un sonomètre.

Les résultats trouvés ont été comparés avec la norme ISO 7730 et le règlement algérien d'acoustique. Ces résultats ont montré que certaines zones peuvent ne pas répondre aux exigences des normes spécialement sur le plan thermique et acoustique. Des solutions ont été proposées pour remédier à cette situation.

**Les mots clés :** isolation, thermique, acoustique, hygrométrie, normes.

## Abstract

In this work, we carried out an experimental investigation on the thermal and acoustic insulation at the level of the Faculty of Technology of Tlemcen. The thermal and hygrometric measurements were carried out using a daqbox while the sound levels were measured with a sound level meter.

The results found were compared with the ISO 7730 standard and the Algerian acoustic regulations. These results showed that some areas may not meet the requirements of the standards, especially in terms of thermal and acoustics. Solutions have been proposed to remedy this situation.

**Key words:** insulation, thermal, acoustic, hygrometry, standards.

# Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I.....	3
I.1. Introduction :.....	4
I.2. Isolation :.....	4
I.3. Isolation thermique :.....	4
I.3.1. Le confort thermique:.....	4
I.3.2. But d'une isolation thermique :.....	5
I.3.2.1. Déperdition thermique.....	5
I.3.2.2. Ponts thermiques :.....	6
I.3.2.3. Parois froides.....	6
I.3.4.4. La condensation :.....	6
I.3.3. La bonne installation de l'isolant thermique :.....	8
I.3.4. Avantages de l'isolation thermique :.....	8
I.3.4.1. Les inconvénients de l'isolation thermique :.....	8
I.3.5. Techniques d'isolation thermique :.....	8
I.3.5.1. L'isolation par l'intérieure :.....	8
I.3.5.2. Isolation intégrée des murs.....	9
I.3.5.3. L'isolation par l'extérieur.....	9
I.3.6. Différentes méthodes d'isolation :.....	10
I.3.6.1. Toiture.....	10
I.3.6.2. Murs.....	10
I.3.6.3. Fenêtres.....	10
I.3.7. Différents types d'isolants :.....	11
I.3.8. Equations relatives à la chaleur.....	11
I.3.9. Humidité relative :.....	12
I.3.10. Réglementation thermique.....	12
I.4. Isolation acoustique :.....	13
I.4.1. Le bruit :.....	13
I.4.1.1. Le son :.....	13
I.4.1.2. Le bruit :.....	13
I.4.1.3. Origine de son :.....	13
I.4.2. Différents type du son et du bruit.....	14
I.4.2.1. Les Types du son :.....	14
I.4.2.1.1. Le son pure :.....	14
I.4.2.1.2. Le son complexe :.....	14
I.4.3. Les Types du bruit :.....	14

I.4.4. Mesure du son.....	15
I.4.5. Comportement des bruits dans le bâtiment .....	15
I.4.6. Principe de double paroi .....	16
I.4.7. L'effet du bruit sur les oreilles :.....	16
I.4.8. Règlements sur l'acoustique.....	17
I.4.9. L'isolation thermique et acoustique en Algérie : .....	18
I.4.10. Conclusion : .....	19
Chapitre II .....	20
II.1. Introduction :.....	21
II.2. Description générale de la faculté de technologie :.....	21
II.2.1. Bloc des grands Amphithéâtres :.....	21
II.2.2. Bloc pédagogique : .....	22
II.2.3. Département de l'architecture :.....	23
II.2.4. Bibliothèque .....	23
II.2.5. Bloc des laboratoires : .....	24
II.2.6. Département électronique :.....	25
II.2.7. Bloc des laboratoires d'informatique : .....	25
II.3. Matériels utilisés :.....	26
II.3.1. Daqbox :.....	26
II.3.1.1. DaqBox.....	26
II.3.1.1.1. Configuration de la DaqBoxv2 .....	27
II.3.2. Bruit testo 815 .....	28
II.4. Conclusion : .....	29
Chapitre III .....	30
III.1. Introduction :.....	31
III.2. Présentation du projet : .....	31
III.3. Les points d'essais .....	31
III.3.1. Salle 118.....	31
III.3.2. Salle 110.....	33
III.3.3. Salle 207.....	35
III.3.4. Salle des enseignants.....	38
III.3.5. Hall principal : .....	40
III.3.6. Amphi 001 .....	41
III.3.7. Amphi G3 .....	44
III.3.8. Amphi G2 .....	46
III.3.9. Amphi Architecture .....	48
III.3.10. Bibliothèque .....	51

III.3.11. LABO MDC .....	54
III.3.12. Département d'électronique.....	56
III.3.13. LABO Informatique .....	58
III.4. Solutions d'isolation : .....	63
III.4.1. d'isolation des murs extérieurs :.....	63
III.4.2. Isolation des fenêtre :.....	64
III.4.3. Isolation des portes : .....	64
III.5. Conclusion : .....	64
Conclusion générale : .....	65
Bibliographie.....	66

## LISTE DES FIGURES

FIGURE I- 1 EXEMPLE SUR LES PONTS THERMIQUES (ROUBA NAAMAN-BEAUVAIS, 2012)	6
FIGURE I-2 EXEMPLE SUR LA CONDENSATION	7
FIGURE I- 3 : EFFET DES PAROIS FROIDS	7
FIGURE I- 4 EXEMPLE ISOLATION PAR INTERIEUR	8
FIGURE I- 5 EXEMPLE ISOLATION INTEGRE.	9
FIGURE I-6 EXEMPLE SUR L'ISOLATION PAR EXTERIEUR.	9
FIGURE I-7 EXEMPLE D'ISOLATION SUR LA TOITURE	10
FIGURE I-8 : EXEMPLE SUR L'ISOLATION SUR FENETRE	10
<i>FIGURE I-9 : EXEMPLE ISOLATION SUR LES FENETRES</i>	11
FIGURE I-10 REPRESENTATION D'UN SON COMPLEXE ET DE SES COMPOSANTES	14
FIGURE 11 LE BRUIT TESTO 815.	28
FIGURE 12 : SALLE 118	31
FIGURE 13 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 118)	32
FIGURE 14 VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 118)	33
FIGURE 15 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 118)	33
FIGURE 16 SALLE 110	33
FIGURE 17 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS(SALLE 110)	34
FIGURE 18 VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 110)	34
FIGURE 19 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 110)	35
FIGURE 20 CLASSE 207	35
FIGURE 21 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS(SALLE 207)	36
FIGURE 22 VARIATION DE HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 207)	36
FIGURE 23 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 207)	37
FIGURE 24 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 207)	37
FIGURE 25 SALLE DES ENSEIGNANTS	38
FIGURE 26 LA VARIATIONS DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS AU NIVEAU SALLE DESENSEIGNANT	38
FIGURE 27 VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE D'ENSEIGNENT)	39
FIGURE 28 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE D'ENSEIGNEMENT)	39
FIGURE 29 LE COULOIRE	40
FIGURE 30 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (COULOIRE)	40
FIGURE 31 AMPHI 001	41
FIGURE 32 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS(AMPHI 001)	42
FIGURE 33 VARIATION DE HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS(AMPHI 001)	42
FIGURE 34 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI 001)	43
FIGURE 35 AMPHI G3	44
FIGURE 36 : VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI G3)	45
FIGURE 37 VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS( AMPHI G3)	45
FIGURE 38 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI G3)	46
FIGURE 39 AMPHI G2	46
FIGURE 40 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI G2)	47
FIGURE 41 : VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI G2)	47
FIGURE 42 : NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI G2)	48
FIGURE 43 AMPHI ARCHITECTURE	49
FIGURE 44 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI DE DPT ARCHITECTURE)	50
FIGURE 45 : VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI DPT ARCHITECTURE)	50
FIGURE 46 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (AMPHI ARCHITECTURE)	51
FIGURE 47 BIBLIOTHEQUE	52
FIGURE 48 VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS (BIBLIOTHEQUE)	52
FIGURE 49 VARIATION DE HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (BIBLIOTHEQUE)	53
FIGURE 50 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (BIBLIOTHEQUE)	53
FIGURE 51 LABO MDC	54
FIGURE 52 : VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS (LABO MDC)	54
FIGURE 53 : VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (LABO MDC)	55
FIGURE 54 LOS ANGELES	56

FIGURE 55 MALAXEUR	56
FIGURE 56 SALLE 014	56
FIGURE 57 VARIATION DE TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS (SALLE 014)	57
FIGURE 58 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS	58
FIGURE 59 LABO INFORMATIQUE	59
FIGURE 60 LA VARIATION DE TEMPERATURE EN FONCTION DU TEMPS AU NIVEAU DE LABO INFORMATIQUE	59
FIGURE 61 VARIATION DU TAUX D'HUMIDITE EN FONCTION DU TEMPS	60
FIGURE 62 NIVEAU ACOUSTIQUE EN FONCTION DU TEMPS (LABO D'INFORMATIQUE)	61
FIGURE 63 LES COUCHE DE PAROIS	62

# Nomenclature

$\lambda$ : conductivité thermique (W/m.K).

$\rho$  : masse volumique du matériau en (Kg/m<sup>3</sup>)

**dt**: intervalle de temps élémentaire(s).

**t**: temps (s).

**T**: température (K) ou (°C).

$\emptyset$  :le flux W/m<sup>2</sup>

e :épaisseur (m)

**P** : Energie produite au sein du milieu exprimée (w/m<sup>3</sup>)

**C** : Chaleur spécifique massique du matériau en (J/Kg k)

**K** : Conductivité thermique

**dB** : décibel

## **Introduction générale**

L'une des principales considérations lors de la conception d'un bâtiment consiste dans la capacité de garantir un environnement confortable à ses occupants. Le confort dans l'environnement est affecté par un grand nombre de facteurs intrinsèques et extrinsèques qui peuvent conduire à des conséquences plus ou moins importantes s'ils ne sont pas traités de façon correcte, allant d'une sensation d'inconfort, jusqu'à des dommages matériels et physique touchant la santé des occupants. Les aspects du confort comprennent : les facteurs personnels, la santé et le bien-être, le confort thermique, la qualité de l'air intérieur, les nuisances sonores, etc....

Le confort thermique est la situation dans laquelle un être humain ne ressent pas le besoin d'augmenter ou de réduire ses échanges énergétiques avec le milieu environnant puisqu'il doit maintenir une température corporelle constante par le contact avec l'air, la transpiration et la respiration/expiration pour maintenir l'équilibre. Cependant, il nous arrive de ressentir un inconfort hygrothermique dues à l'humidité de l'air et aux variations de température provoquées par des changements climatiques souvent intermittents (jour/nuit, été/hiver), et même imprévisible.

Des chercheurs, des architectes et d'autres professionnels ont mené de nombreuses études pour améliorer le confort humain dans l'espace intérieur des bâtiments, des maisons traditionnelles aux gratte-ciel modernes. Ils se sont rendu compte, en se basant sur des habitations ancestrales et traditionnelles, des études et des calculs d'équilibrage thermique, que l'enveloppe d'un bâtiment a une influence significative sur le confort, car les demandes de chauffage et de climatisation sont calculées en fonction des pertes ou des apports par saison à travers cette enveloppe.

L'importance du confort acoustique dans les espaces intérieurs est souvent négligée. Pourtant, il est intimement lié à l'équilibre psychologique et à la productivité au travail des habitants : un confort acoustique élevé a un impact favorable sur la qualité de la vie quotidienne et les relations entre les usagers des bâtiments. Un mauvais confort acoustique, en revanche, a des conséquences importantes sur la santé (nervosité, stress, sommeil contraire, fatigue).

L'importance de l'isolation phonique et thermique a nécessité la mise en place de normes d'isolation phonique et thermique pour fixer les exigences minimales en matière de performance d'isolation acoustique et thermique.

L'objectif de notre travail consiste à faire une enquête expérimentale pour étudier les niveaux thermiques, hygrométriques et sonores au niveau de la faculté de technologie et de comparer ces niveaux avec les seuils recommandés ou exigés par les normes en vigueur.

Note manuscrite est composé de 3 chapitres. Dans le premier chapitre, un état de l'art sur l'isolation thermique et acoustique est présenté. Ce chapitre comprend aussi les matériaux de construction appropriés pour le confort thermique et acoustique ainsi que les normes nationale et internationales relatives à ce domaine.

Dans le deuxième chapitre, une description du projet ainsi que le matériel utilisé pour les différentes mesures sont présentées.

Le troisième chapitre regroupe les principaux résultats de notre enquête expérimentale avec des interprétations et des solutions.

Enfin, une conclusion générale clôture cette recherche.

# **Chapitre I**

Etat de l'art

sur

L'isolation thermique et acoustique

## **I.1. Introduction :**

Les bâtiments doivent être conçus de manière à protéger les individus des changements climatiques (froid et chaud) tout en assurant un environnement satisfaisant pour la pratique de diverses activités avec une consommation d'énergie réduite. La réduction de la quantité d'énergie consommée est considérée comme l'une des préoccupations des concepteurs de bâtiments, ce qui explique les techniques utilisées pour l'améliorer.

Il est essentiel d'utiliser des matériaux efficaces avec une bonne isolation thermique afin d'améliorer le confort thermique et de conserver l'énergie.

L'isolation thermique occupe donc une place importante dans la conception et la réalisation des constructions actuelles et futures.

## **I.2. Isolation :**

L'isolation est la capacité de restreindre les échanges d'énergie entre un corps et son environnement dans des milieux non isothermes ou à gradients de température.

Actuellement en cours de construction isoler consiste à réduire les émissions sonores (isolation phonique), de la chaleur (isolation thermique) ou de l'électricité (isolation électrique).

Il est donc nécessaire d'utiliser des matériaux isolants à faibles conductivités thermique et phonique, tels que la cellulose, le verre, la laine de roche, polyester, ... [1]

## **I.3. Isolation thermique :**

La principale prémisses des habitations passives est l'isolation thermique. Elle permet de garder la maison chaude en hiver et fraîche en été. Pour ce faire, on utilise des matériaux isolants ou des mélanges de substances dont les caractéristiques isolantes découlent de leur nature chimique et/ou de leur nature physique.

De plus, la diminution de la transmission de chaleur entre l'intérieur d'une habitation et son extérieur permet de diminuer les coûts de chauffage et de refroidissement.

Les besoins en chauffage et en refroidissement dépendent fortement des contraintes climatiques du site dans lequel se trouve le bâtiment [2]. Ces besoins dépendent également des surfaces vitrées et leurs surfaces de protections, de l'orientation du bâtiment et la ventilation.

### **I.3.1. Le confort thermique:**

Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant. Pour qu'une personne se sente confortable, trois conditions doivent être réunies

- ❖ Le corps doit maintenir une température interne stable.
- ❖ La production de sueur ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.

❖ Aucune partie du corps ne doit être trop chaude ni trop froide (inconfort local).

Si le confort thermique est souhaitable, il est souvent difficile de l'obtenir dans plusieurs milieux de travail. Toutefois, des conditions thermiques inconfortables ne présentent pas nécessairement un risque pour la santé ou la sécurité des travailleurs puisque l'organisme peut s'adapter dans une certaine mesure aux fluctuations de l'ambiance. [3]

### **I.3.2. But d'une isolation thermique :**

Vu que le fait que le développement durable soit devenu un enjeu majeur pour les citoyens du XXI<sup>e</sup> siècle, l'objectif de cette isolation est de :

- Minimiser la consommation d'énergie des bâtiments (chauffage en hiver et éventuellement refroidissement de l'air en été).
- Réduire les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur des bâtiments.
- Améliorer l'isolation acoustique contre les bruits.
- Assurer un confort dans l'habit.

De nombreux phénomènes peuvent être constatés si les mesures d'isolation thermique ne sont pas réalisées, tels que :

#### **I.3.2.1. Déperdition thermique :**

La déperdition thermique est la perte de chaleur d'une structure. Elle a un impact immédiat sur l'efficacité thermique de l'habitation en raison d'une mauvaise isolation causée par des ponts thermiques entre l'intérieur et l'extérieur qui permet l'échange des fluides de l'air [4].

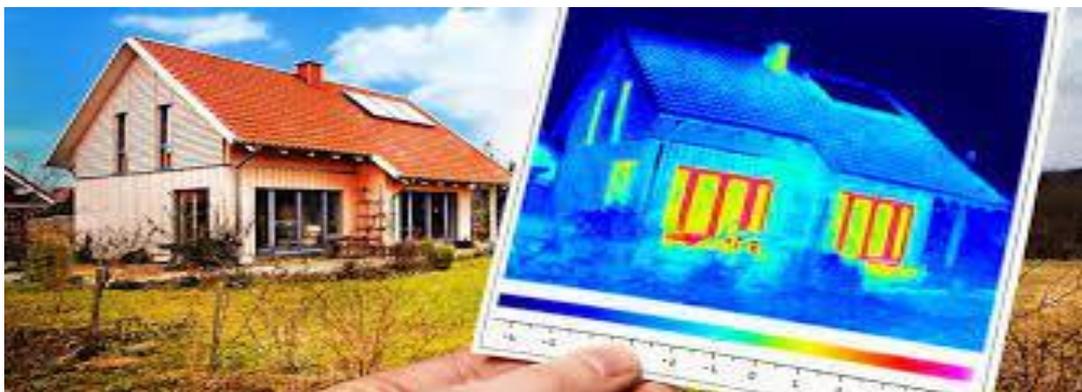


Figure I-1 Perte de chaleur (Sylvain Zaffini 2022)

### I.3.2.2. Ponts thermiques :

Un pont thermique est un point faible de la construction qui peut se situer au niveau de la façade, du toit, du plancher ou dans une paroi, etc... Il s'agit d'un problème d'isolation qui se produit lorsqu'il y a une rupture de l'enveloppe isolante continue, ce qui entraîne une augmentation ou une diminution de la température.

Les ponts thermiques dans l'enveloppe du bâtiment ne provoquent pas seulement des pertes de chaleur, mais rendent également l'air chauffé à l'intérieur du bâtiment plus froid [4].



Figure I- 1 Exemple sur les ponts thermiques (Rouba Naaman-Beauvais, 2012)

### I.3.2.3. Parois froides

Les murs de la maison peuvent parfois être froids. A titre d'exemple, si la température moyenne de l'air dans une pièce est de 21°C et que la température des murs est de 13°C, la température résultante est de 17°C. Il en résulte une sensation intense d'inconfort thermique. L'habitant de la pièce va compenser ce décalage en augmentant l'apport de chauffage. Par contre si les murs sont bien isolés, la température de ces derniers en contact avec l'extérieur sera plus proche de celle de l'air et la chaleur sera dispersée plus uniformément en raison de la température plus élevée de l'air, ce qui procure un confort thermique considérable [4].

### I.3.4.4. La condensation :

La condensation est le phénomène physique de changement d'état de la matière d'un état gazeux à un état condensé (solide ou liquide). Le passage de l'état gazeux à l'état liquide est aussi appelé liquéfaction. La condensation provoque l'apparition d'indicateurs d'humidité sur certains murs. En effet, lorsque la vapeur d'eau en suspension dans l'air entre en collision avec un objet froid, elle se condense en goutte d'eau à la surface qui devient humide.

La condensation est plus fréquente lorsque l'air extérieur est froid, car il refroidit les murs et les fenêtres, qui entrent en contact avec l'air chaud de la maison.

De plus, la condensation se produit lorsqu'une maison n'est pas correctement isolée ou ventilée, chauffée [5].



Figure I-2 exemple sur la condensation

Source : <https://www.murenvchtig.nl/vochtproblemen/vochtige-slaapkamer>

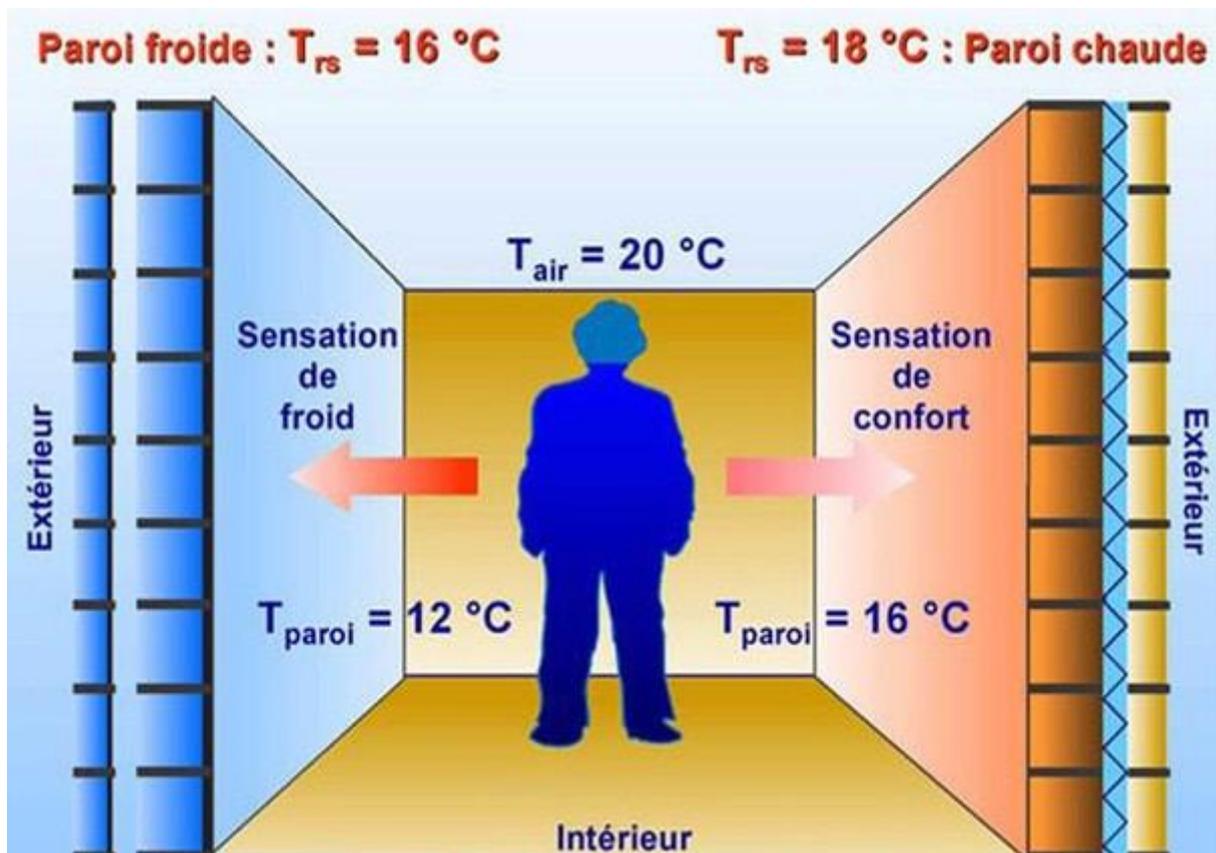


Figure I- 3 : Effet des parois froides

### **I.3.3. La bonne installation de l'isolant thermique :**

L'isolant thermique doit être bien placé de telle manière à :

- remplir uniformément tout l'espace sans pont thermique.
- avoir un bon ajustement et une installation simple dans les zones isolées de la maison.
- être résistant à l'humidité, à la chaleur et au feu.
- résister le plus longtemps possible aux variations de température.

### **I.3.4. Avantages de l'isolation thermique :**

En plus de garantir le confort thermique, l'adoption de l'isolation thermique présente de nombreux autres avantages tel que la réduction des coûts d'exploitation de l'énergie [4].

#### **I.3.4.1. Les inconvénients de l'isolation thermique :**

- Le coût au mètre carré reste élevé selon le matériau, la technologie et le projet.
- Augmentation du facteur d'occupation du sol sur le terrain.
- Les ponts thermiques entre les combles et la façade restent toujours.

### **I.3.5. Techniques d'isolation thermique :**

#### **I.3.5.1. L'isolation par l'intérieure :**

En raison de sa simplicité, cette approche est la plus populaire parmi les constructeurs. Il s'agit d'une technique permettant d'isoler une structure par l'intérieur en installant un isolant derrière un mur ou une ossature en pierre. L'inconvénient est qu'elle élimine l'inertie thermique du mur isolé et n'empêche pas les ponts thermiques dans la maçonnerie. [6]



Figure I- 4 exemple isolation par intérieur

### **I.3.5.2. Isolation intégrée des murs.**

La meilleure façon de réaliser des travaux d'isolation avec un seul produit est d'utiliser l'isolation intégrée des murs.

Cette méthode permet de gagner du temps lors de l'installation car elle est simple et rapide à mettre en place. Elle permet d'économiser de l'argent car elle ne nécessite pas de doubler les murs. De plus, elle permet de réduire le nombre de ponts thermiques [6].



Figure I- 5 Exemple isolation intégré.

### **I.3.5.3. L'isolation par l'extérieur**

L'isolation est installée sur la surface extérieure du mur. C'est généralement l'option la plus coûteuse, mais en même temps la plus efficace pour le confort d'été et d'hiver car elle permet de conserver la forte inertie thermique des murs intérieurs et supprime donc les ponts thermiques. En général, les matériaux plus légers sont utilisés comme isolants [7].



Figure I-6 Exemple sur l'isolation par extérieur.

### I.3.6. Différentes méthodes d'isolation :

#### I.3.6.1. Toiture

La structure du toit peut représenter 20 à 30 % des pertes. Le processus de déperdition et d'isolation est en fonction de la présence ou non d'un toit-terrasse, d'un comble aménagé ou d'un comble perdu [8].

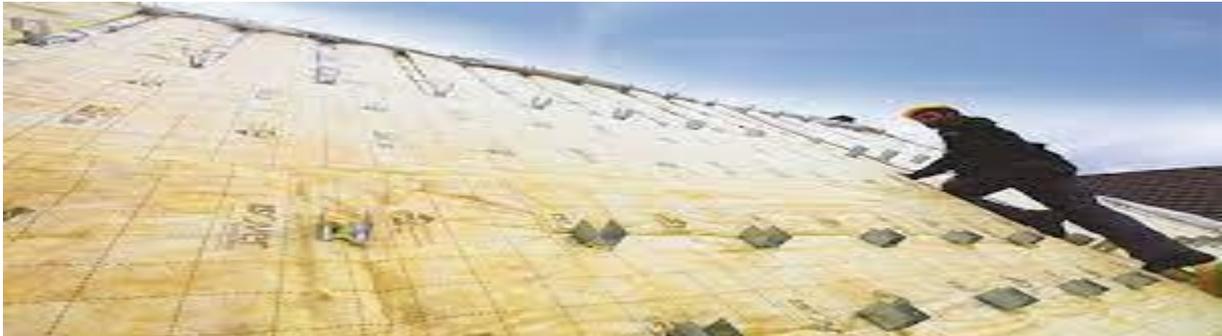


Figure I-7 Exemple d'isolation sur la toiture

#### I.3.6.2. Murs

L'isolation des murs peut se faire par l'extérieur ou par l'intérieur selon la disposition du mur [8].

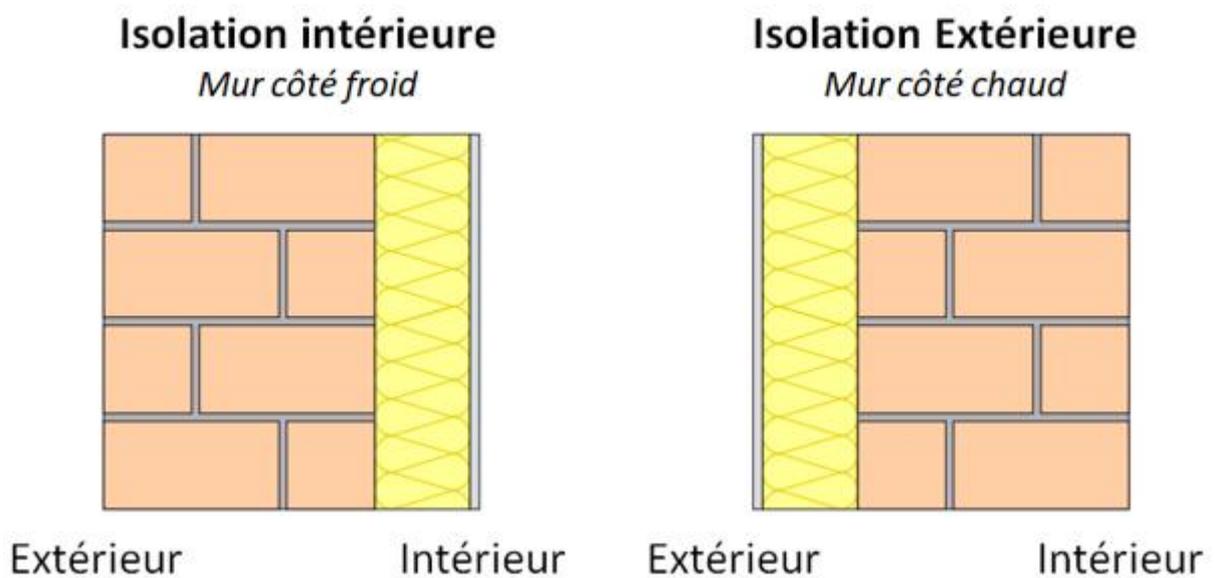


Figure I-8 : Exemple sur l'isolation sur fenêtre

#### I.3.6.3. Fenêtres

La fenêtre représente deux fois le point d'isolation thermique, Il faut choisir la trame et les fenêtres avec une bonne isolation thermique [8].



*Figure I-9 : Exemple isolation sur les fenêtres*

### **I.3.7. Différents types d'isolants :**

Une substance à faible conductivité thermique est appelée un isolant thermique. Les matériaux ci-dessous représentent les isolants les plus utilisés. Selon l'origine de leur matériau de base, ils peuvent être divisés en quatre catégories :

- Les isolants minéraux :

Les matériaux isolants les plus utilisés de nos jours sont la laine de verre et la laine de roche. Leur isolation est adéquate, mais leurs longévités restent médiocres. Ils ont des liants à base de résine urée-formaldéhyde ou phénol-formaldéhyde et des inhibiteurs de poussière, ce qui est bon pour la santé. On peut citer : les laines de roche et de verre, verre cellulaire, perlite, vermiculite, argile expansé...

- Les isolants synthétiques :

Le polystyrène expansés ou extrudés et les mousses de polyuréthane sont fabriquées avec un contenu énergétique assez élevé. L'avantage de ces marchandises est qu'elles sont de bons isolants thermiques mais malheureusement peuvent causer des moisissures.

- Les isolants végétaux :

Ce type d'isolant est généralement fabriqué à partir de ressources renouvelables. Il est extrêmement économe en énergie. La laine de roche, de verre, de chanvre, ... en forme de conglomérat, de rouleaux ou de panneaux sont des exemples de ces isolants.

- Les isolants d'origine animale :

Ces isolants tels que laine de mouton ou les plumes de canard sont peu utilisés à cause de leur traitement. [9]

### **I.3.8. Equations relatives à la chaleur**

#### **a. équation de chaleur :**

La diffusion de chaleur et celle des espèces chimique dans les solides ou les gels sont régis par la même équation aux dérivées partielles.

$$\Delta t \lambda + p = \rho C \frac{\delta T}{\delta t}$$

$$\Delta t: \text{laplacien de la } T \quad \Delta t = \frac{\delta^2 T}{\delta x^2}$$

P : énergie produite au sein du milieu exprimée en w/m<sup>3</sup> souvent nulle en milieu surfacique

$\rho$  : masse volumique du matériau en Kg/m<sup>3</sup>

C : chaleur spécifique massique du matériau en J/Kg k

Les solutions analytiques et les simulations numériques développés pour la chaleur seront donc applicables à la diffusion des espèces chimiques dans les solides en remplaçant la température T par la concentration.

### **b. équation da la chaleur à une dimension :**

Lorsque les conditions expérimentales conduisent à des isothermes plans et parallèles les flux thermiques selon y et z sont nuls, le problème relevé à un traitement unidimensionnel et l'équation. de la chaleur se réduit à :

$$\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} = \frac{1}{D} \frac{\delta T}{\delta t}$$

Quand D est une diffusivité thermique elle est donnée par :

$$D = k / \rho \cdot c$$

où :

k : Conductivité thermique

$\rho$  : Masse volumique

c : Chaleur spécifique.

### **I.3.9. Humidité relative :**

Le terme "humidité relative" (HR) fait référence à la quantité d'humidité dans l'air. Elle est définie comme la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air donné par rapport à la quantité maximale qu'il pourrait contenir à une température et une pression données. L'humidité relative peut varier de 0 à 100 %. Lorsque l'humidité relative est inférieure à 35 %, l'air est considéré comme sec. Entre 35 et 65 % d'humidité relative, l'air est modérément humide, et au-delà de 65 % d'humidité relative, l'air est humide. L'humidité relative fluctue en fonction des variations de température dans un même espace ; elle augmente lorsque la température baisse et diminue lorsque la température augmente. [10]

### **I.3.10. Réglementation thermique**

Seuls des décrets pris-en en pleins chocs pétroliers des années 1970 ont fixé la limite supérieure de chauffage de tous les locaux dont ceux d'enseignement, d'abord à 20 °C (décret du 3 décembre 1974),

ensuite abaissé à 19 °C (décret du 22 octobre 1979). Cette température, dite conventionnelle, fixée il y a 40 ans, n'a qu'un objectif économique, mais ne correspond pas à un besoin physiologique. Si le travail scolaire est assimilé à un travail de bureau sédentaire, la norme ISO 7730, qui ne s'applique qu'à ces locaux de travail, recommande une température comprise entre 23 et 26 °C en période estivale avec un vêtement plus léger. Dans la norme NF EN 152515, applicable aux bâtiments d'enseignement, les critères recommandés pour l'ambiance thermique ne sont pas des valeurs de température de l'air mais de température opérative (moyenne entre les températures de l'air et des parois). La température maximale recommandée pour le rafraîchissement en saison estivale des salles de classe est de 26 °C et 27 °C [11].

#### **I.4. Isolation acoustique :**

L'acoustique du bâtiment doit favoriser l'écoute ou, inversement, à apporter une protection contre le bruit quand celui-ci est une cause de gêne. Dans tous les cas, il est nécessaire de comprendre comment le son se propage dans l'espace afin d'en maîtriser le cheminement et la réception.

##### **I.4.1. Le bruit :**

###### **I.4.1.1. Le son :**

Le son est un sens auditif dans lequel les vibrations sont transmises aux oreilles par les vibrations des particules d'air c'est-à-dire une transmission aérienne. Le son ne se propage pas dans le vide. Il peut par contre se propager dans les liquides ou les solides à des vitesses supérieures à la vitesse du son dans l'air [18].

###### **I.4.1.2. Le bruit :**

Le bruit est un son indésirable considéré comme désagréable, fort ou perturbant pour l'audition. D'un point de vue physique, il n'y a pas de distinction entre le bruit et le son désiré, car tous deux sont des vibrations à travers un milieu comme l'air ou l'eau. La différence survient lorsque le cerveau reçoit et perçoit un son. [12]

###### **I.4.1.3. Origine de son :**

Les ondes sonores sont générées par une source sonore, telle que le diaphragme vibrant d'un haut-parleur stéréo. La source sonore crée des vibrations dans le milieu environnant. Lorsque la source continue à faire vibrer le milieu, les vibrations se propagent à partir de la source à la vitesse du son, formant ainsi l'onde sonore [12].

## I.4.2. Différents type du son et du bruit

### I.4.2.1. Les Types du son :

#### I.4.2.1.1. Le son pure :

Il s'agit d'un son produit par un diapason à une seule fréquence, et la variation du niveau physique du son au fil du temps est une onde sinusoïdale.

#### I.4.2.1.2. Le son complexe :

C'est un son émis à plusieurs fréquences en même temps. Dans ce cas, il faut s'appuyer sur la notion de "spectre sonore" qui est la courbe qui présente la relation soit entre l'intensité acoustique  $I$  et la fréquence  $f$ , soit entre le niveau physique  $L$  et la fréquence  $f$  ou bien entre la pression acoustique  $P$  et fréquence  $f$  de ce son [12].

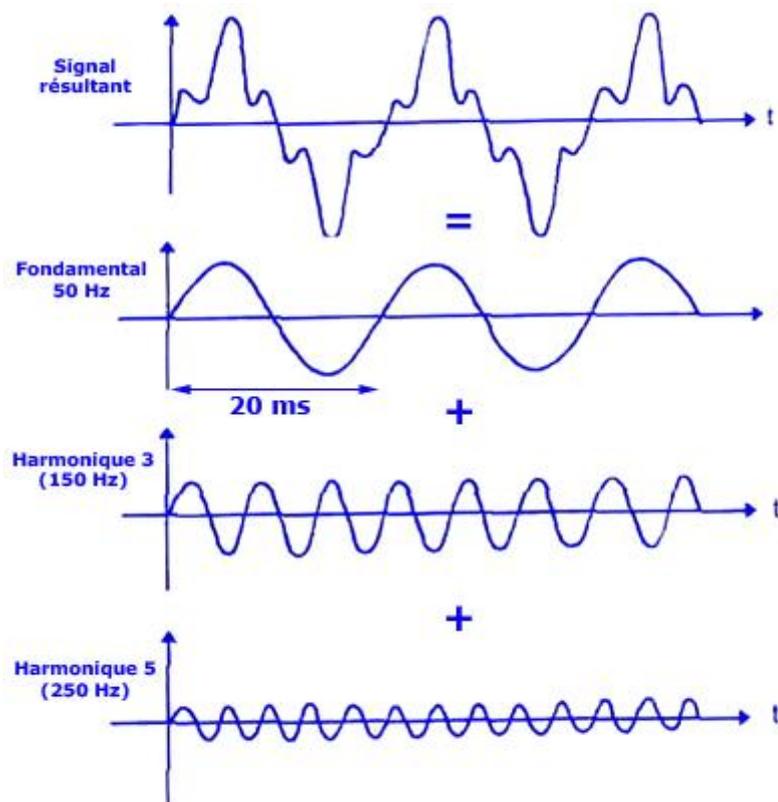


Figure I-10 Représentation d'un son complexe et de ses composantes

Source : <http://perceptionsonoretpe.free.fr/l-1.html>

### I.4.3. Les Types du bruit :

- Les bruits aériens intérieurs et extérieurs

Ce sont les sons qui naissent et se propagent dans l'air : voix, musique, voitures, avions, train et moto etc.

- Les bruits d'impact

Ce sont les sons qui naissent au contact d'un élément constitutif du bâtiment et se propage au travers de celui-ci : pas, outils, etc.

- Les bruits générés par les équipements : telle que la ventilation, chaudière, etc [13]

#### I.4.4. Mesure du son

Le son se mesure en décibels (dB), unité de mesure logarithmique, ce qui implique que :

- L'addition de deux sources sonores identiques entraîne une augmentation de 3 dB (50 dB + 50 dB = 53 dB)
- Une multiplication par 10 de la puissance acoustique entraîne une augmentation de 10 dB. (50 dB x 10 = 60 dB)
- Si deux bruits ont des niveaux sonores différents d'au moins 10 dB, le plus élevé masque le plus faible, effet de masque. (50 dB + 60 dB = 60 dB)
- La mesure du niveau sonore se fait à l'aide d'un « sonomètre ».

#### I.4.5. Comportement des bruits dans le bâtiment

Lorsque le son aérien touche le mur (vertical ou Horizontal), trois phénomènes peuvent se produire.

- La réflexion sur la paroi.
- L'absorption par la paroi.
- La transmission par la paroi.

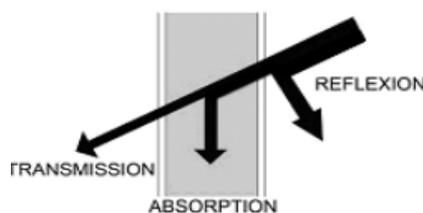


Figure I-14 phénomènes du son dans le mur

#### I.4.5. Principe d'un matériau dense :

Plus le matériau est lourd (dense et épais), meilleure sera l'isolation. Ce principe montre l'intérêt des matériaux massifs en acoustique architecturale. La présence de masses est particulièrement efficace

dans l'atténuation des bruits aériens, puisque les ondes de l'air auront plus de difficulté à faire vibrer un élément lourd [13].

#### I.4.6. Principe de double paroi

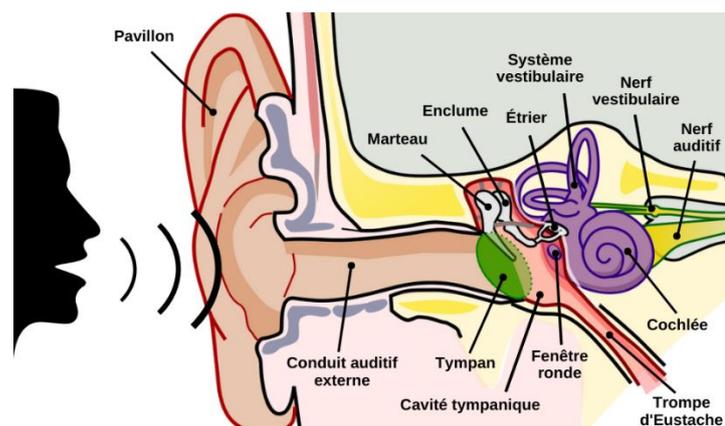
Le deuxième principe est celui de la double paroi (système masse-ressort-masse), se compose de deux parois simples séparées par une lame d'air remplie ou non d'un matériau absorbant. Dans ce type de paroi, l'air joue le rôle d'un ressort et le matériau absorbant (laine minérale ou mousse élastique) absorbe l'énergie des molécules d'air en mouvement, jouant ainsi le rôle d'amortisseur. L'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi double est largement supérieur à celui d'une paroi simple de même masse surfacique (sauf pour certains vitrages doubles).

L'indice R de la paroi double dépend des paramètres suivants :

- La masse surfacique des parements,
- L'épaisseur de la lame d'air,
- L'épaisseur et la nature de l'absorbant acoustique entre les deux parements,
- La fréquence critique des parements,
- La nature des liaisons (ponctuelle, linéiques, surfaciques, rigides, souples, etc.) [13].

#### I.4.7. L'effet du bruit sur les oreilles :

Lorsque le son pénètre dans l'oreille, il se dirige d'abord vers le tympan, où il est transformé en vibrations. Ces vibrations sont amplifiées et se déplacent dans l'oreille jusqu'aux cellules ciliées qui tapissent la cochlée, située dans l'oreille interne. Le nerf auditif les convertit en impulsions nerveuses, qui sont ensuite transmises au cerveau.



**Figure I-15.** Le système auditif périphérique

Source : <https://speechneurolab.ca/fr/blogue/item/107-le-systeme-auditif-peripherique>

À la naissance, chaque oreille compte 15000 cellules. Ces cellules jouent un rôle essentiel dans la compréhension du langage, et une fois détruites, elles ne se régénèrent pas. D'après les données de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), il faut 8 heures d'exposition à 80 décibels (dB)

pour détériorer l'audition, mais seulement 1 heure à 89 dB, et quelques minutes à 100 dB.

Ces niveaux de bruit se retrouvent assez facilement dans notre quotidien, notamment dans :

- le bruit d'une tondeuse à gazon (90 dB) ;
- de nombreux appareils de bricolage, comme les perceuses à percussion (95 dB)
- le son d'un baladeur poussé à son maximum représente 100 dB ;
- un concert ou la musique d'une discothèque soumettent nos oreilles à un bruit qui oscille entre 105 et 110 dB, sachant que le seuil de la douleur est situé à 120 dB. [14]

## L'ÉCHELLE DE NIVEAU DE BRUIT

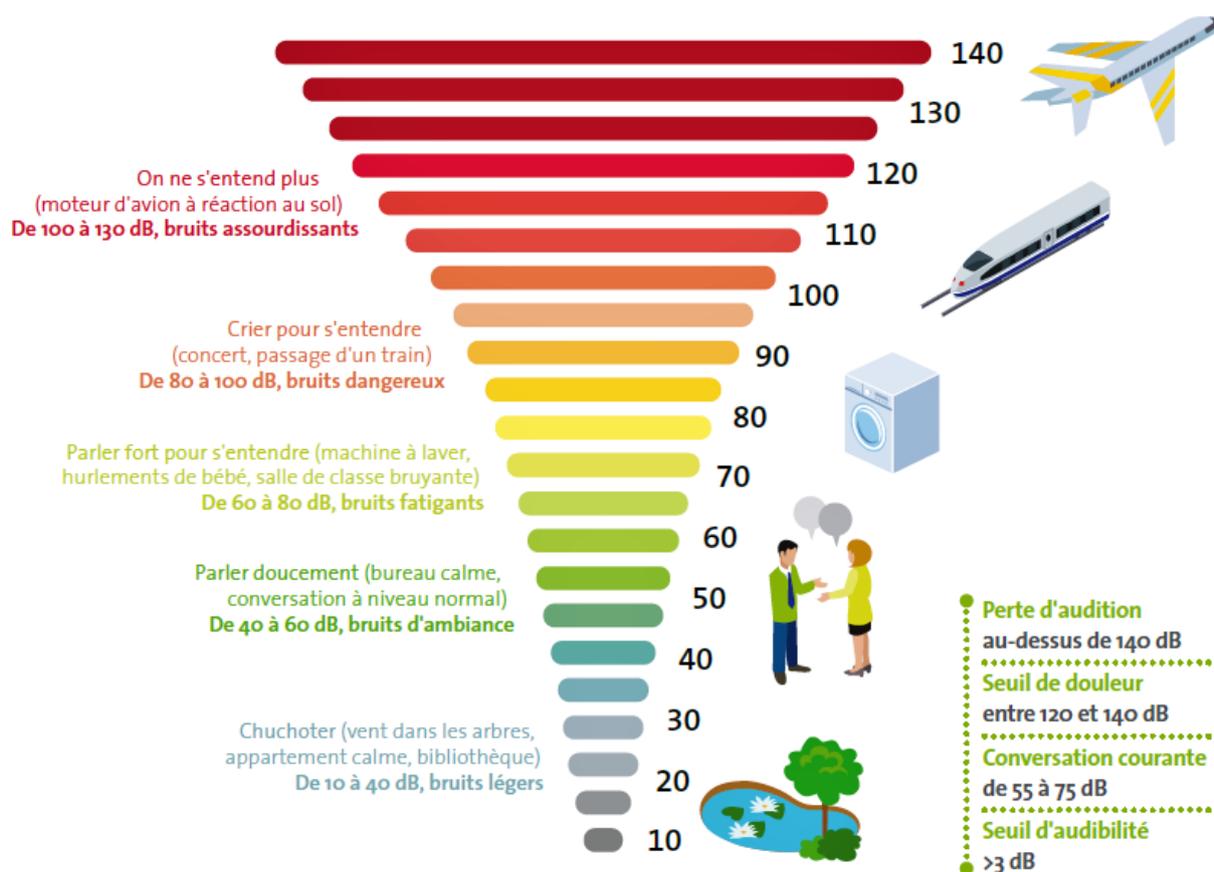


Figure I-16 L'échelle de niveau de bruit

Source : <https://www.isover.fr/guides/isolation-acoustique/son-ou-bruit-caracteristiques-points-communs-et-differences>

### I.4.8. Règlementation sur l'acoustique

Le décret exécutif n° 93- 184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits en application de l'article 121 de la loi n°83-03 du 5 février 1983 indique que les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels (dB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels (45 dB) en période nocturne (22 heures à 6 heures du matin).

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

Les fréquences sonores recommandées dans certains pays du monde en fonction du type d'espace sont regroupées dans le tableau 1 [15].

Tableau 1 : Recommandations en termes de bruit ambiant intérieur pour divers pays

Pays		Belgique	France	Allemagne	Italie	Grande Bretagne	Suède	Turquie	USA
Année de textes		1977/87	1995	1989	1975	1997	1995	1986	2002
Type d'espace	Salle de classe	30-45(1)	38	30	30	40	30	45	35-40
	Bibliothèque	-	33	30	-	40	35	-	35-40
	Salle de musique	30-40	-	-	-	30	-	-	-
	Hall, couloir, Préaux	-	-	-	40	50	-	-	-
	Restaurant, Gymnases	35-40	43	-	40	-	40	60	-

#### I.4.9. L'isolation thermique et acoustique en Algérie :

Dans la majorité des cas, les constructeurs en Algérie se basent sur l'utilisation des murs à double parois, parfois espacés par des feuilles en polystyrène expansé pour assurer l'isolation. Toutefois, cette approche n'offre pas un degré de confort adéquat, et l'inertie des murs doit donc être complétée par une isolation thermique dans des climats chauds.

L'évolution de la technologie de la construction a suscité l'intérêt d'une isolation renforcée avec des investigations plus avancées dans les matériaux et les procédés qui limitent les mouvements de chaleur et qui permettent de réduire le transfert de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment.

#### **I.4.10. Conclusion :**

De nos jours, le confort est devenu une préoccupation majeure des personnes qui peut être atteint grâce à une bonne isolation thermique et acoustique. Le progrès dans le domaine des matériaux d'isolation et des procédés utilisés pour l'utilisation sont de plus en plus performante.

Toutefois, certaines bâtisses peuvent ne pas répondre aux normes d'isolation en vigueur. Dans le chapitre qui va suivre, en va donner une description de la faculté de technologie de l'université et le matériel utiliser sur terrain .

# **Chapitre II**

**Présentation du Projet**

**& Matériel Utilisé**

## **II.1. Introduction :**

Dans ce chapitre en va donner une description bien détaillée de ce projet ainsi que le matériel utilisé pour mesurer la température, le taux d'humidité relative et le niveau acoustique .

## **II.2. Description générale de la faculté de technologie :**

La faculté de technologie est située au Nord-est de la ville de Tlemcen au bord de la rocade (route nationale 22C) à Chetouane. Elle se compose de différents blocs distincts de différentes formes et dimensions.

Les mesures thermique et acoustique qui font l'objet de notre travail sont : le bloc pédagogique, les grands amphis-théâtres, certains blocs pédagogiques (département électronique, département de l'architecture), bloc des laboratoires d'informatique, la bibliothèque et le bloc des laboratoires expérimentaux.

### **II.2.1. Bloc des grands Amphithéâtres :**

L'ouvrage est situé au nord de la faculté de technologie. Le bloc pédagogique est composé d'un hall d'entrée central, trois amphithéâtres pouvant accueillir jusqu'à 900 places.



Figure II-1 Vue aérienne du bloc des grands amphis [Google Earth Pro]

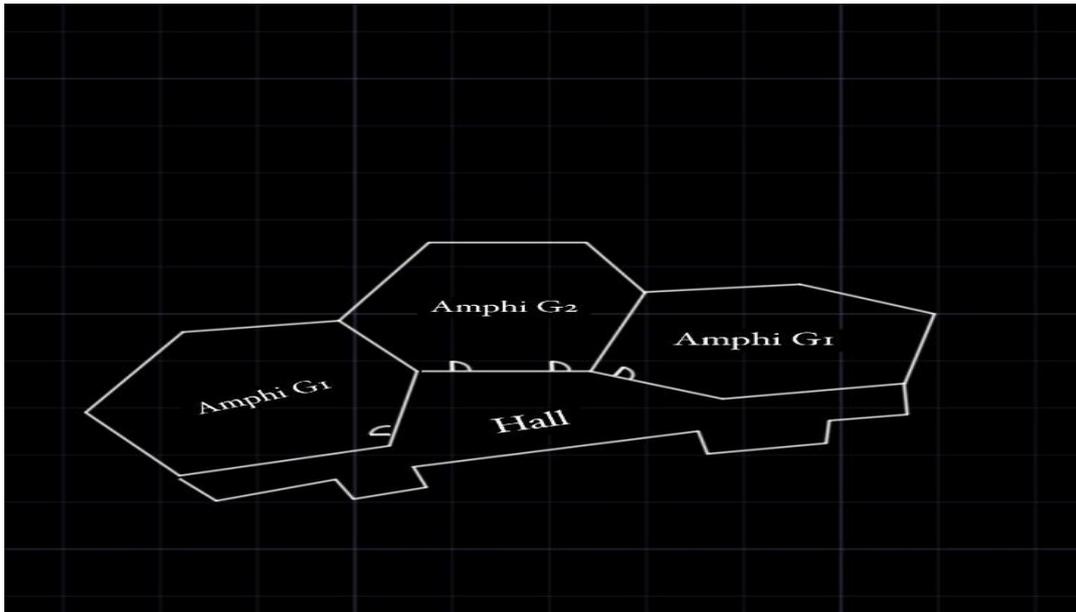


Figure II-2 : plan architecturale des grands amphis

### II.2.2. Bloc pédagogique :

Le bloc est composé d'un sous-sol, RCD + 2, d'un hall d'entrée central, 3 petits amphis, des salles de cours, une administration et des sanitaires.



Figure II-3 Vue aérienne du bloc pédagogique [Google Earth Pro]

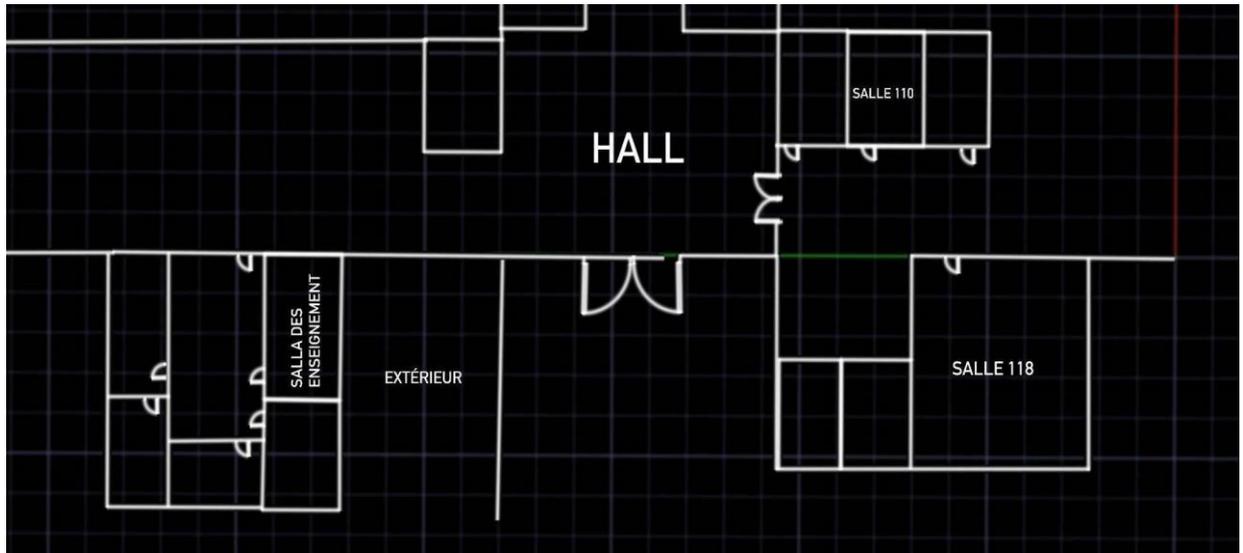


Figure II-4 plan architectural du bloc pédagogique RDC

### II.2.3. Département de l'architecture :

Le département est composé d'un grand hall, d'un amphi, de salles, d'ateliers et de sanitaires.

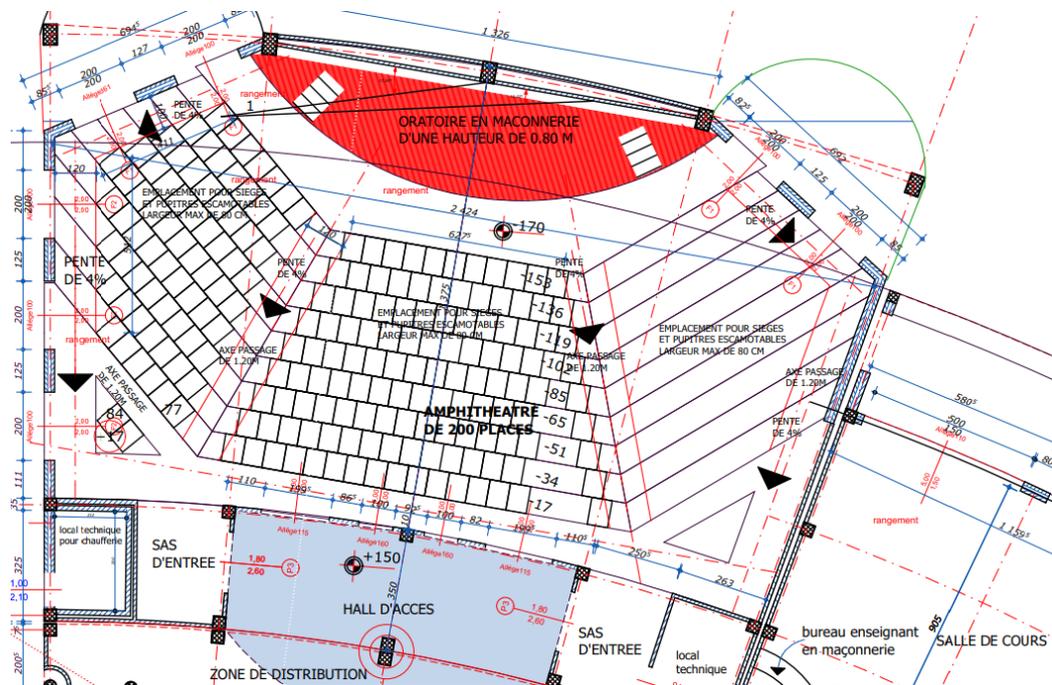


Figure II-5 plan architectural de département d'architecture

### II.2.4. Bibliothèque

La bibliothèque se situe dans la partie est de la faculté.



Figure II-6 Vue aérienne de la bibliothèque [Google Earth Pro]

### **II.2.5. Bloc des laboratoires :**

Ce bloc pédagogique regroupe un ensemble de laboratoires de mécanique, génie civil, hydraulique ainsi que des bureaux d'enseignements. Il est situé au sud-ouest de la faculté, composé d'un seul bloc de forme rectangulaire à deux niveaux.



Figure II-7 Vue aérienne du bloc des laboratoires

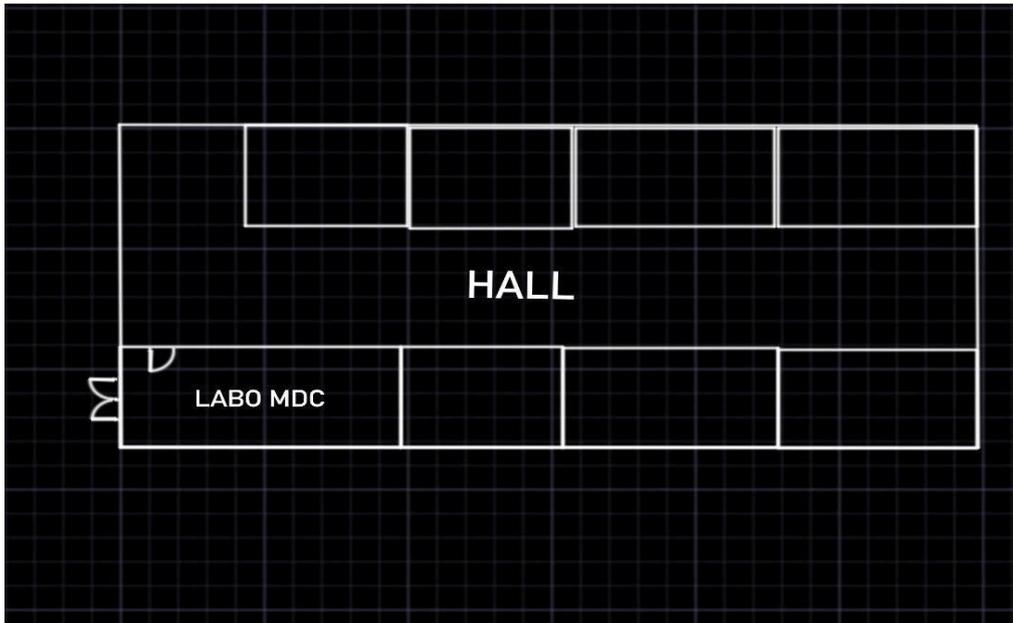


Figure II-8 plan architecturale du bloc des laboratoire

### II.2.6. Département électronique :

Le département d'électronique se situe dans le nord de la faculté.



Figusre II-10 vue aérienne département électronique

### II.2.7. Bloc des laboratoires d'informatique :

Ce bloc à deux niveaux est une extension du bloc pédagogique.



Figure II-11 vue aérienne des labos informatique

### **II.3. Matériels utilisés :**

#### **II.3.1. Daqbox :**

La DaqBox est un appareil qui permet de mesurer les données environnementales (température, humidité, pression...) grâce à des capteurs miniatures « sentirions ».

Les 12 voies de mesures disponibles permettent de manière autonome d'enregistrer et de diffuser les données avec un pas de temps réglable par l'utilisateur depuis une interface accessible depuis n'importe quel PC équipé d'un navigateur internet.

Les cas d'usage sont multiples : surveillance des paramètres climatiques dans les bâtiments, les tunnels, ... ou pour toutes les expérimentations dans le domaine thermique.

##### **II.3.1.1. DaqBox**



Figure II-12 : DaqBox

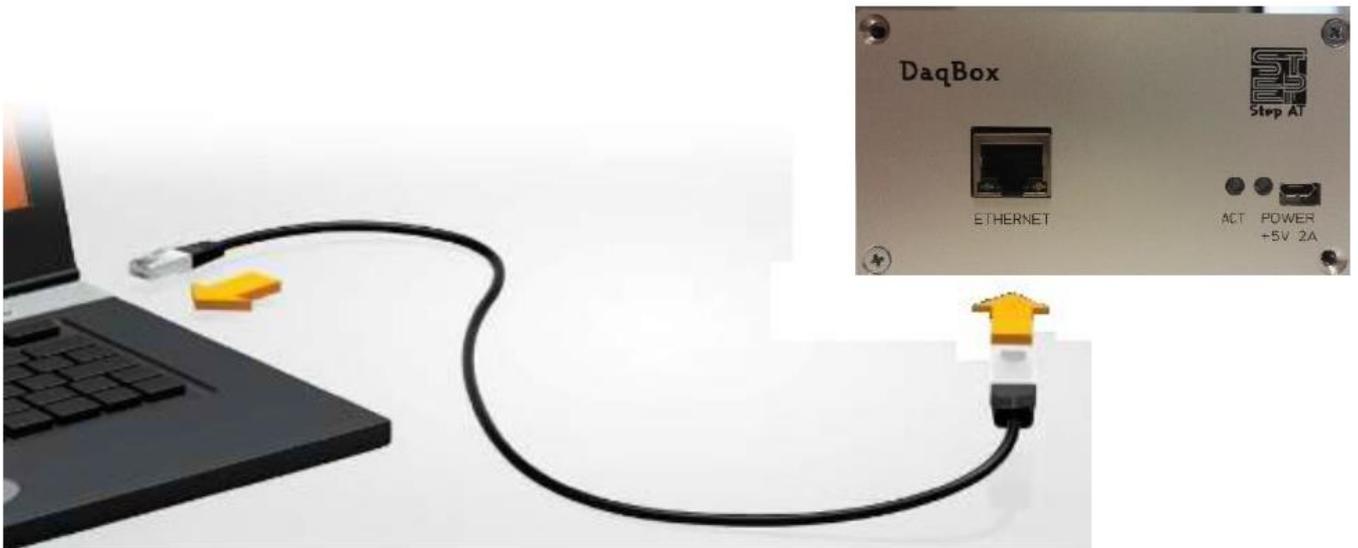


Figure II-13 connexion avec ordinateur

### II.3.1.1.1. Configuration de la DaqBoxv2

La DaqBox possède deux adresses IP ; une adresse dite de configuration « 192.168.5.10 » et une adresse personnalisée qui peut être modifiée pour permettre la connexion de la DaqBox au réseau personnel.

1.

Obtenir une adresse IP automatiquement

Utiliser l'adresse IP suivante :

Adresse IP :	192 . 168 . 5 . 1
Masque de sous-réseau :	255 . 255 . 255 . 0
Passerelle par défaut :	. . .

Figure II-6 configuration la daqbox

La visualisation de l'état des capteurs connectés peut se faire sur la page « LiveData » via le lien:  
<http://192.168.5.10:8080/>



Figure II-7 Les mesures des capteurs

### II.3.2. Bruit testo 815

Un sonomètre « bruit testo 815 » est un appareil qui mesure le niveau de pression acoustique, qui est une grandeur physique liée au volume sonore. Il est utilisé pour quantifier le bruit sonore dans les études sur la pollution sonore et l'acoustique environnementale. Il est utilisé en acoustique architecturale et en ingénierie du son pour évaluer la distribution des niveaux sonores dans un espace. Le sonomètre fournit généralement un niveau en décibels. Il est également connu sous le nom de décibelmètre. Il fournit un niveau à un point et à un moment précis.

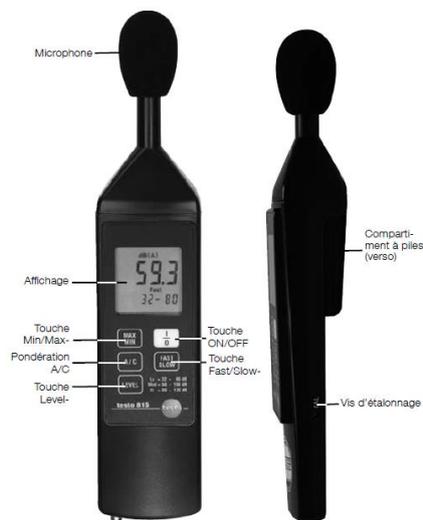


Figure 11 le bruit testo 815.

#### **II.4. Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de connaître les endroits où l'expérience a été menée, et apprendre comment utiliser les appareils pour cette recherche . Dans le chapitre qui va suivre, une étude sur le terrain est menée au sein de la faculté de technologie de l'université pour étudier la fluctuation de la température, de l'hygrométrie et des ondes sonores dans différents blocs, et ceci dans le but de vérifier si les normes sont respectées et proposer des solutions dans le cas négatif.

# **Chapitre III**

## **Enquête expérimentale sur Terrain**

### **III.1. Introduction :**

Il est plus que nécessaire de garantir le meilleur confort que ce soit thermique ou acoustique dans un milieu universitaire afin d'assurer le meilleur apprentissage possible. Ce travail rentre dans ce cadre et a pour objectif d'enquêter sur les seuils maximums des températures, de l'hygrométrie et sonores qui peuvent être atteints au niveau de la faculté de technologie au cours de la période mars – mai ; et de les comparer par la suite aux normes en vigueur.

### **III.2. Présentation du projet :**

Nous avons utilisé deux appareils achetés dans le cadre d'un projet erasmus ; le premier appelé Daqbox servir pour mesurer la température et l'hygrométrie et un sonomètre appelé «bruit testo 815 » pour mesurer les niveaux sonores.

### **III.3. Les points d'essais**

#### **III.3.1. Salle 118**

Heure 14H20

Date : 15/05/2022

Température extérieur 25 C°



Figure 12 : Salle 118

Figure 13 représente la variation de température en fonction du temps au niveau du salle 118

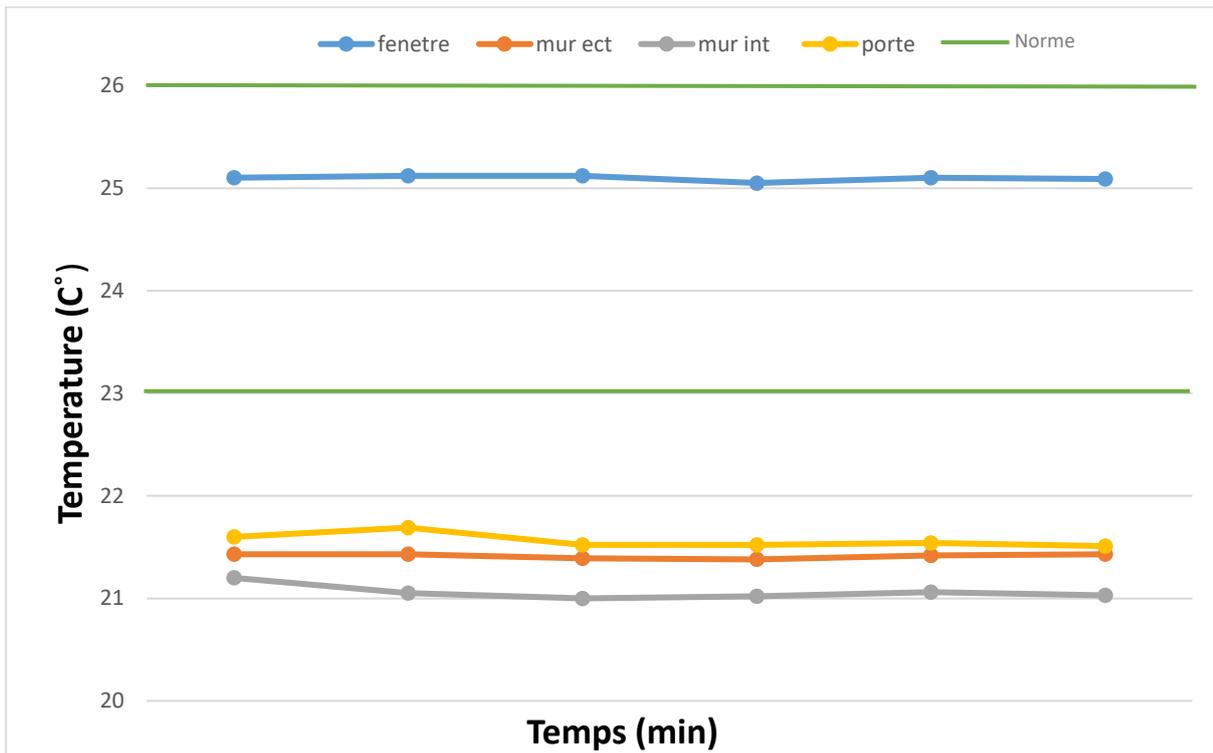


Figure 13 Variation de température en fonction du temps (salle 118)

Figure 14 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de la salle 118

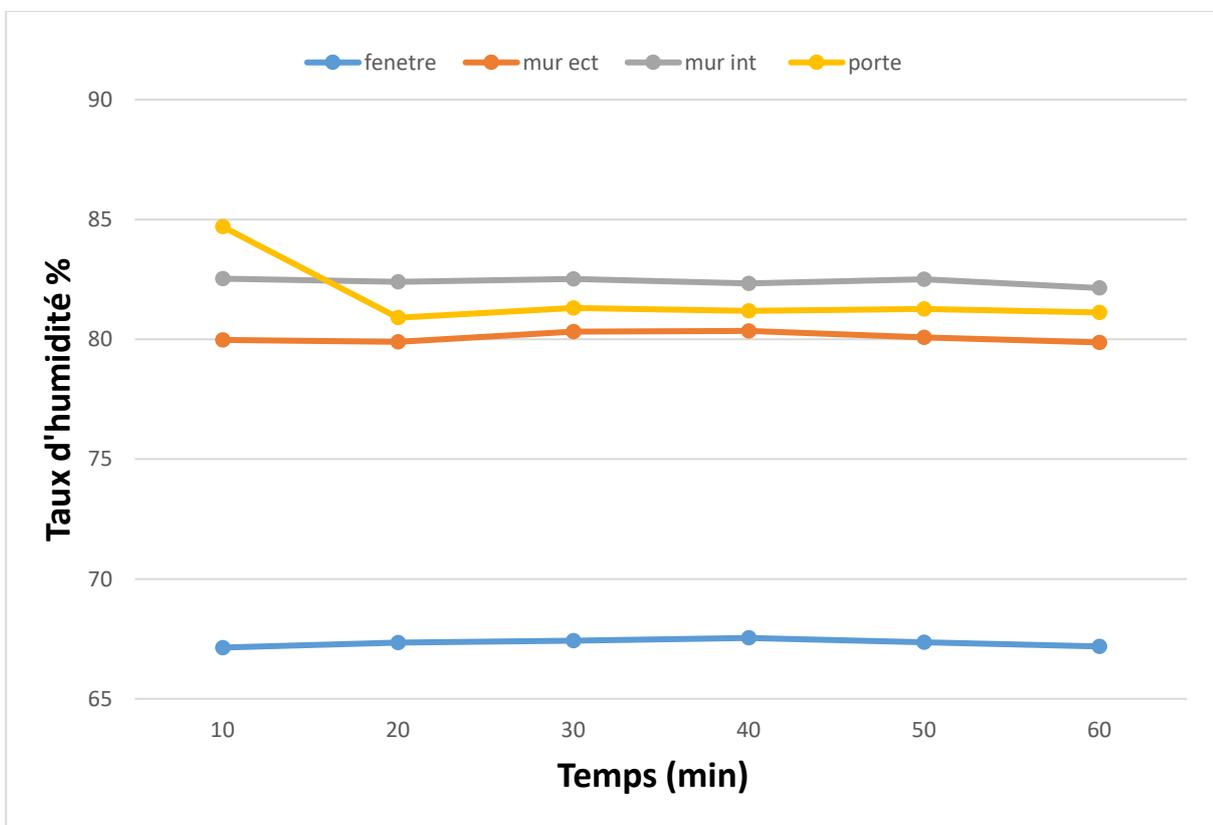


Figure 14 Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (salle 118)

Figure 15 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

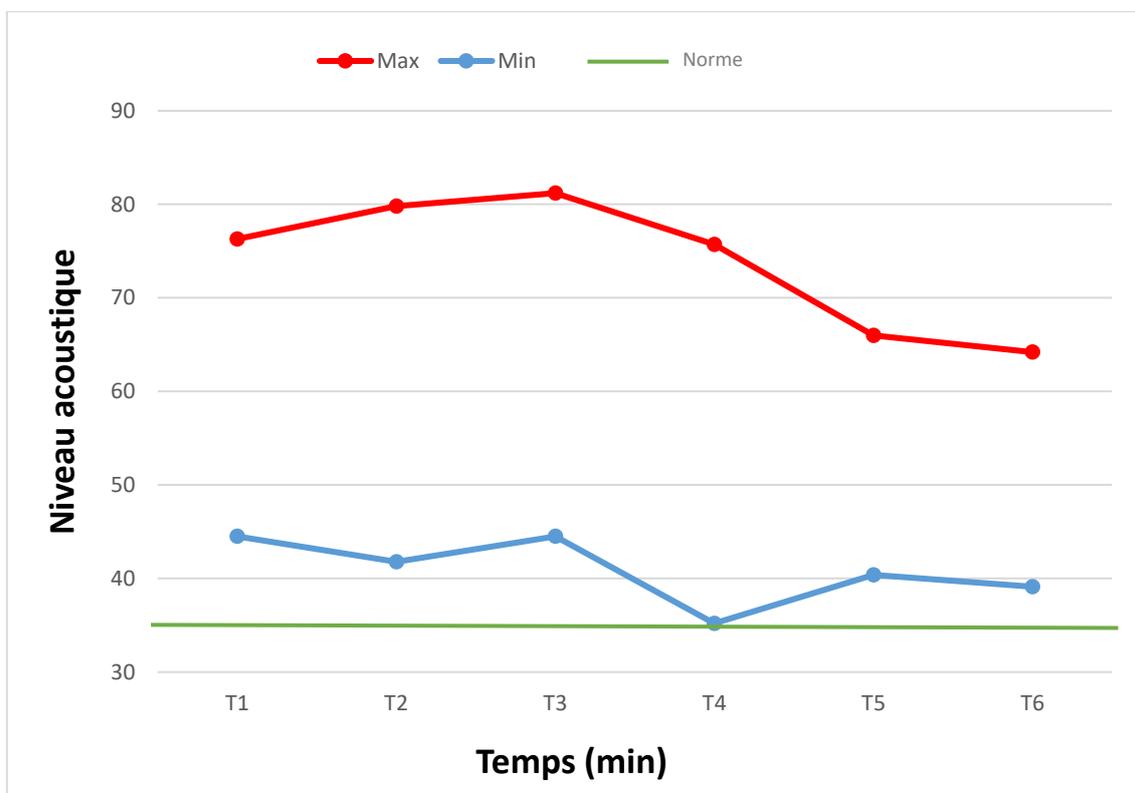


Figure 15 Niveau acoustique en fonction du temps (Salle 118)

### III.3.2. Salle 110

Heure 10H00

Date 18/05/2022 Température extérieur 26 C°



Figure 16 Salle 110

Figure 17 représente la variation de température en fonction du temps au niveau du salle 110

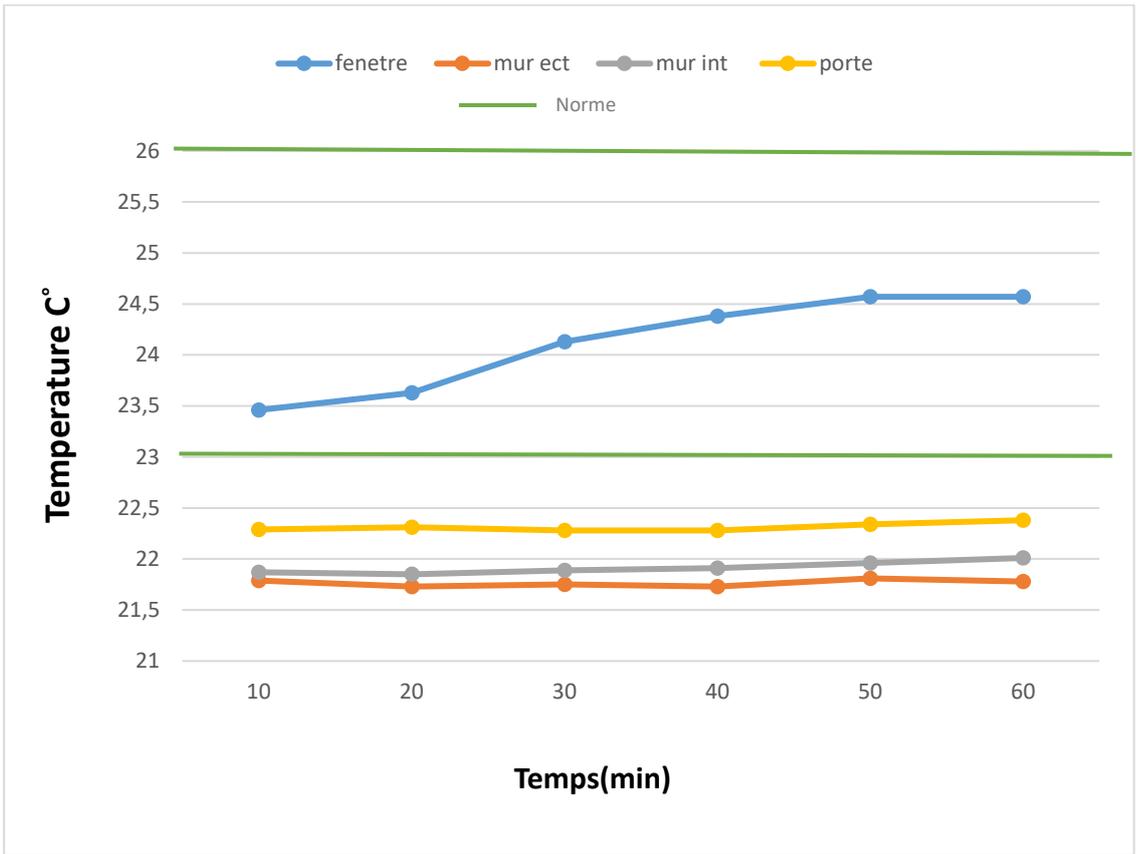


Figure 17 Variation de température en fonction du temps(salle 110)

Figure 18 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de la salle 110

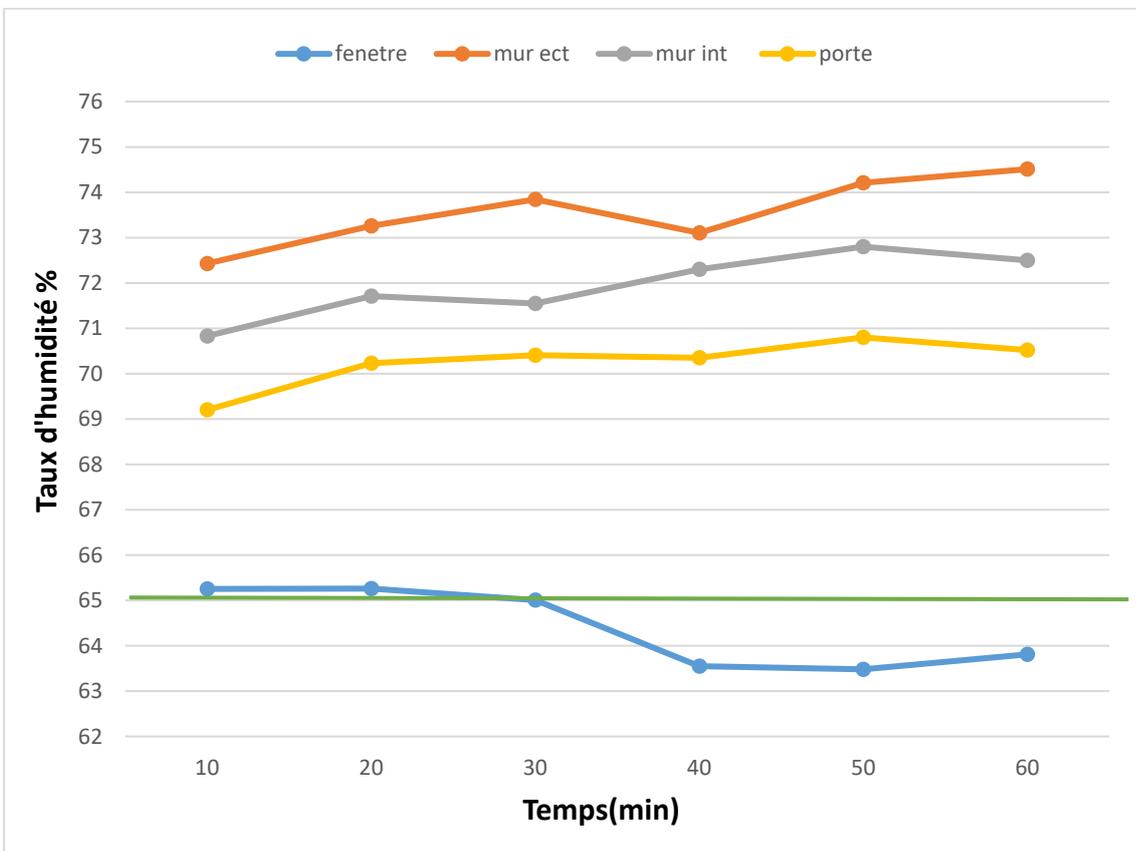


Figure 18 Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (salle 110)

Figure 19 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

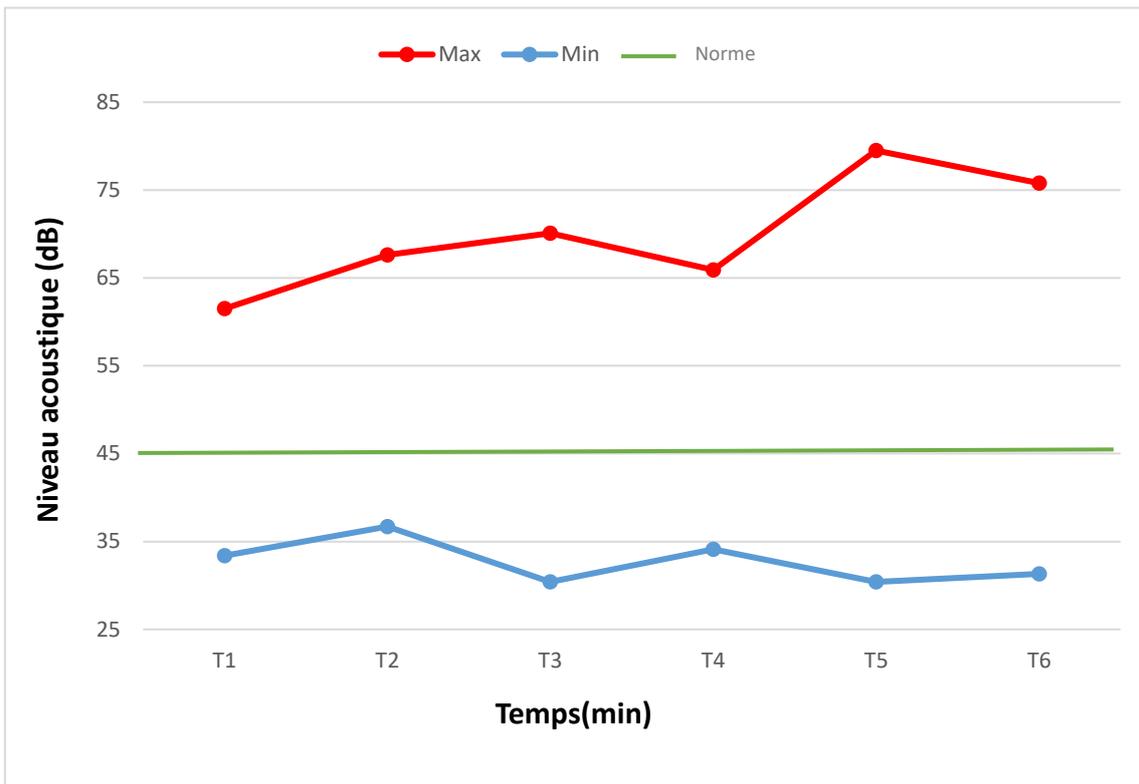


Figure 19 Niveau acoustique en fonction du temps (salle 110)

### III.3.3. Salle 207

14H00

11/05/2022

Température extérieur 25 C°



Figure 20 classe 207

Figure 21 représente la variation de température en fonction du temps au niveau du salle 207

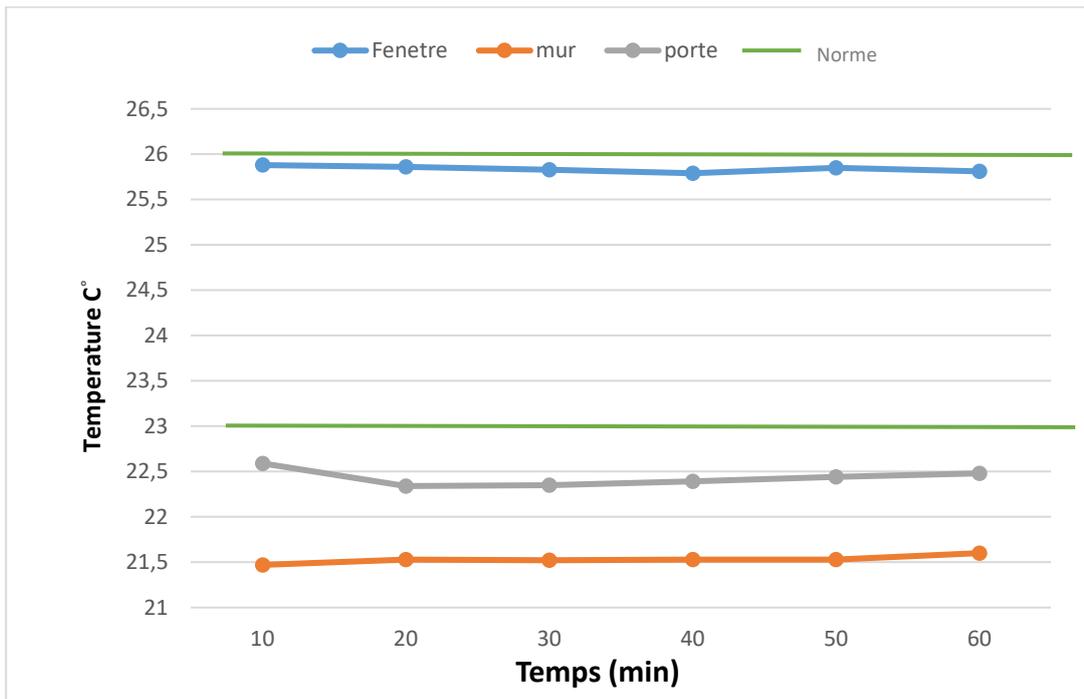


Figure 21 Variation de température en fonction du temps(salle 207)

Figure 22 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de la salle 207

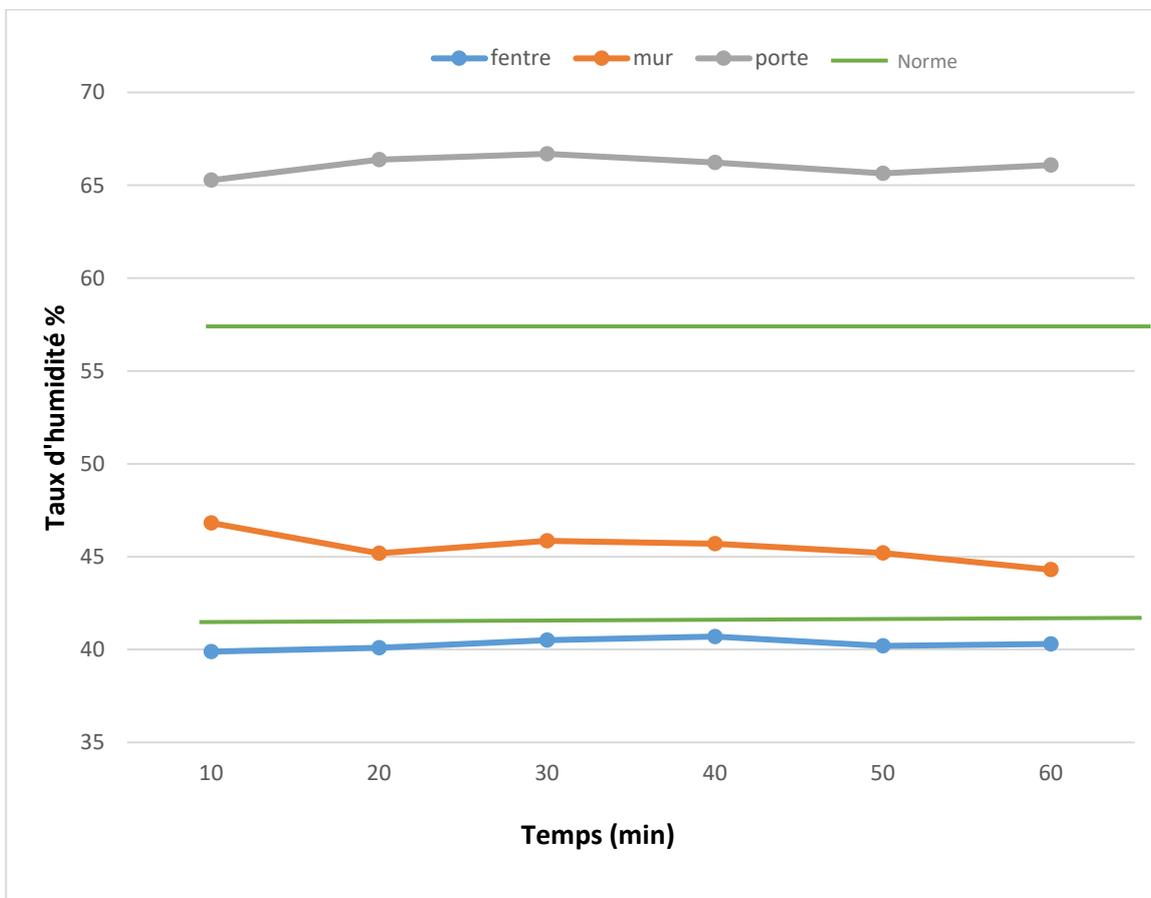


Figure 22 Variation de Humidité en fonction du temps (salle 207)

Figure 23 Niveau acoustique en fonction du temps (salle 207)

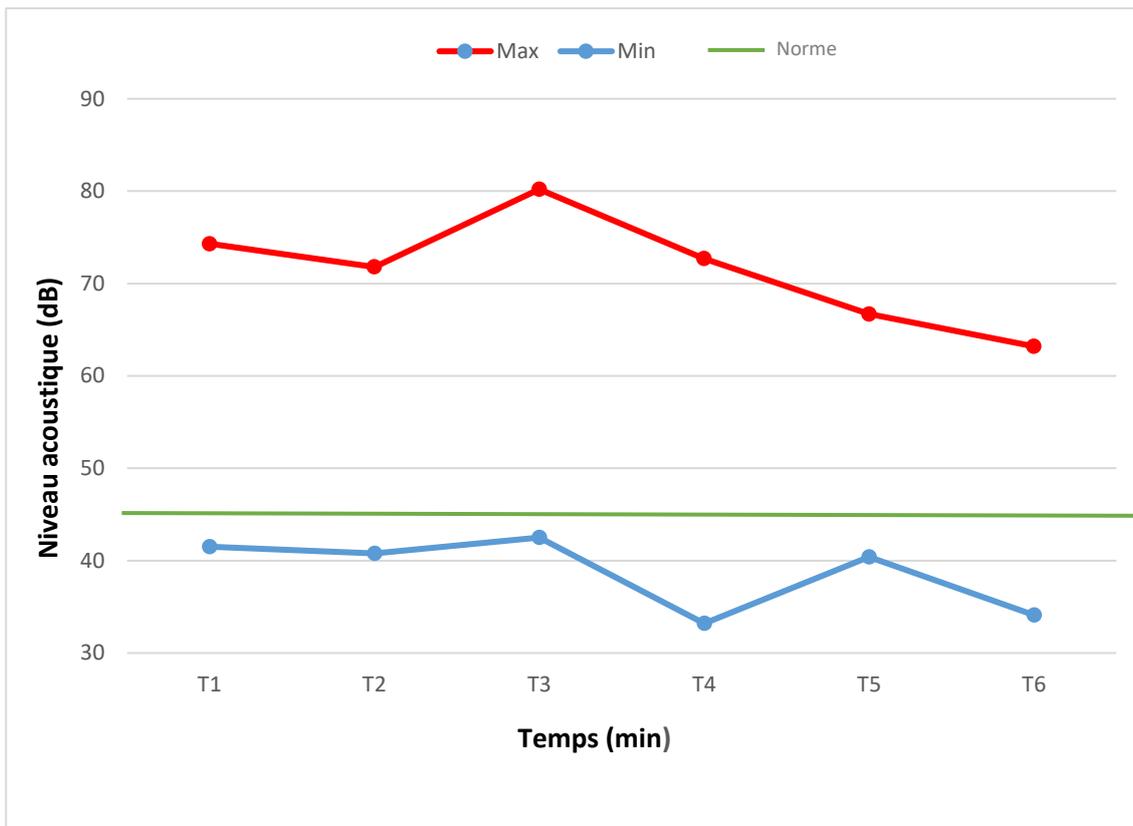


Figure 24 Niveau acoustique en fonction du temps (salle 207)

### III.3.4. Salle des enseignants

12H30 16/05/2022

Température extérieur 24 C°



Figure 25 Salle des enseignants

figure 26 represente la variations de temperature en fonction du temps au niveau salle desenseignant

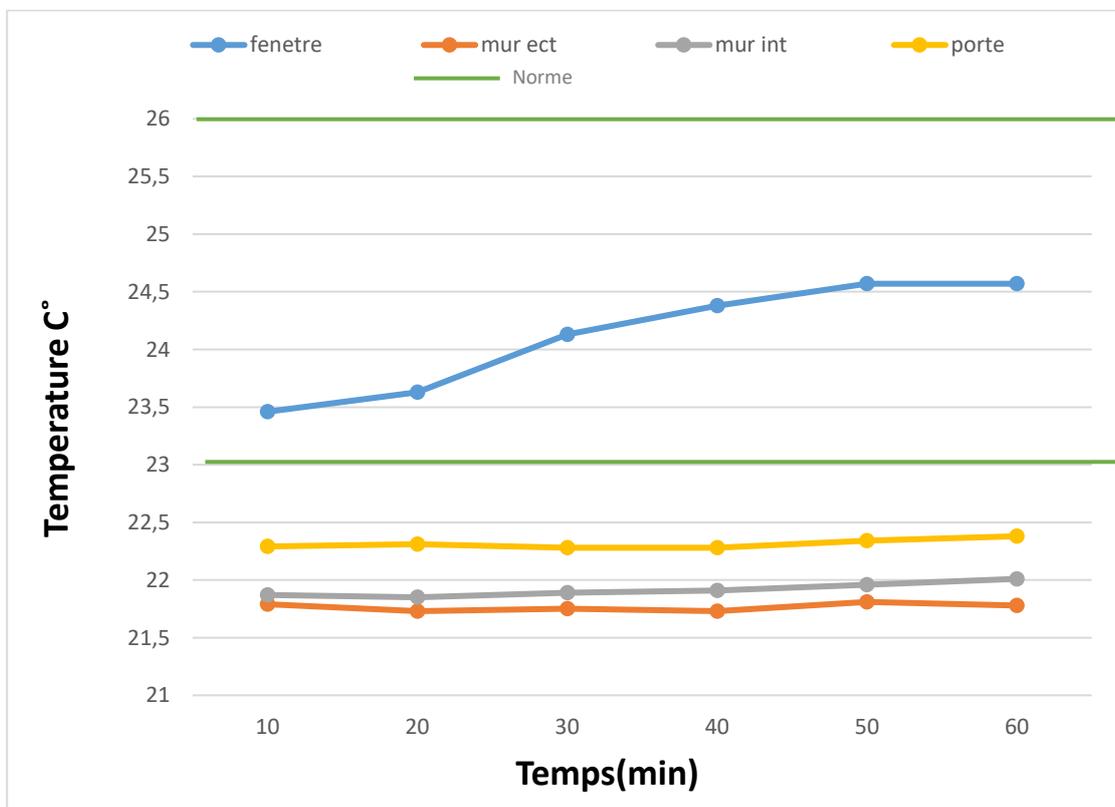


Figure 26 la variations de temperature en fonction du temps au niveau salle désenseignant

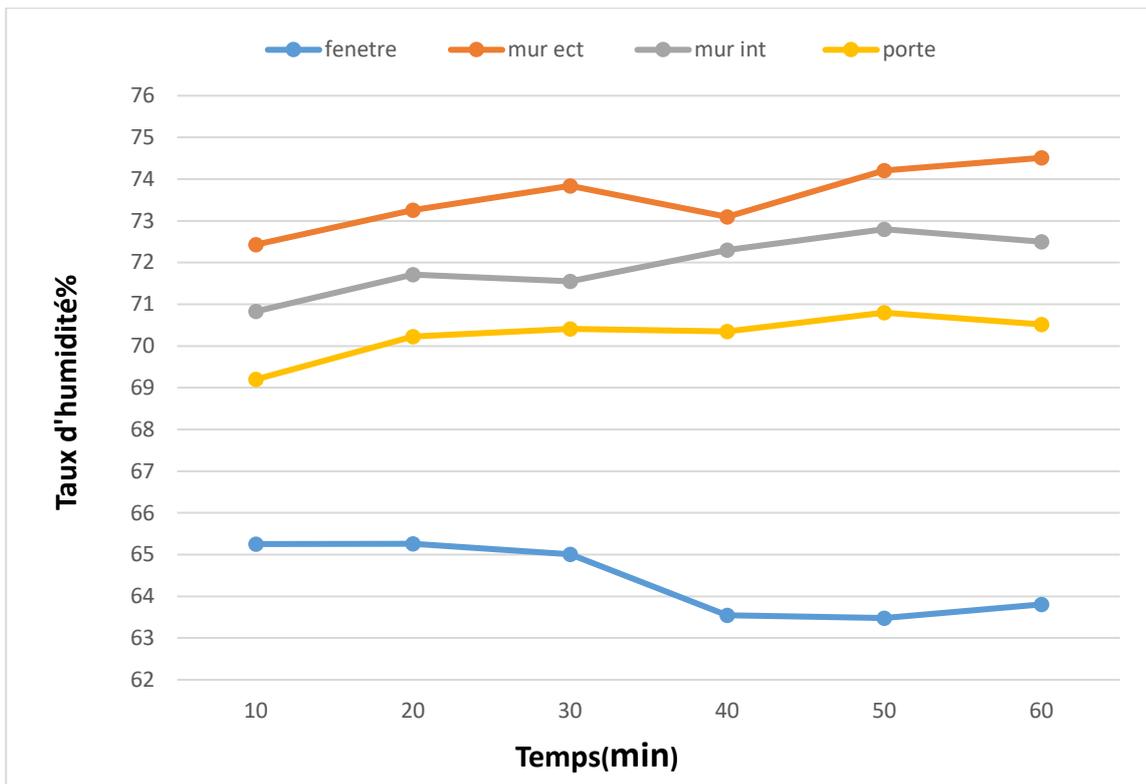


Figure 27 Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (salle d'enseignement)

Figure 28 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

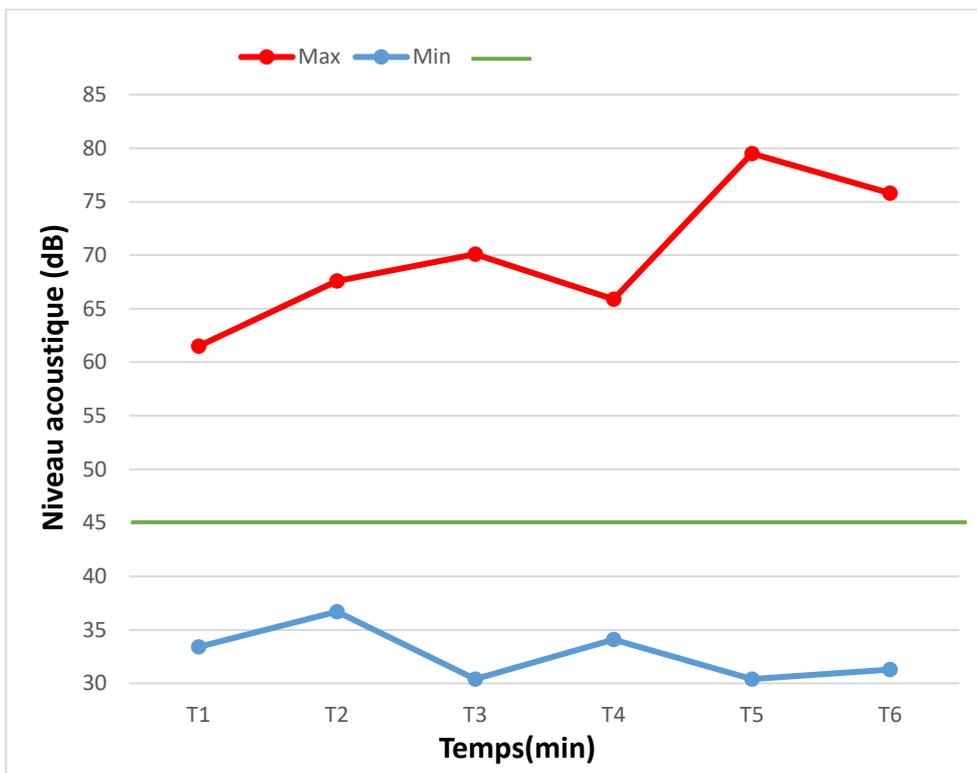


Figure 28 Niveau acoustique en fonction du temps (salle d'enseignement)

### III.3.5. Hall principal :

heure : 11H00    date : 18/05/2022



Figure 29 Le couloire

Figure 30 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

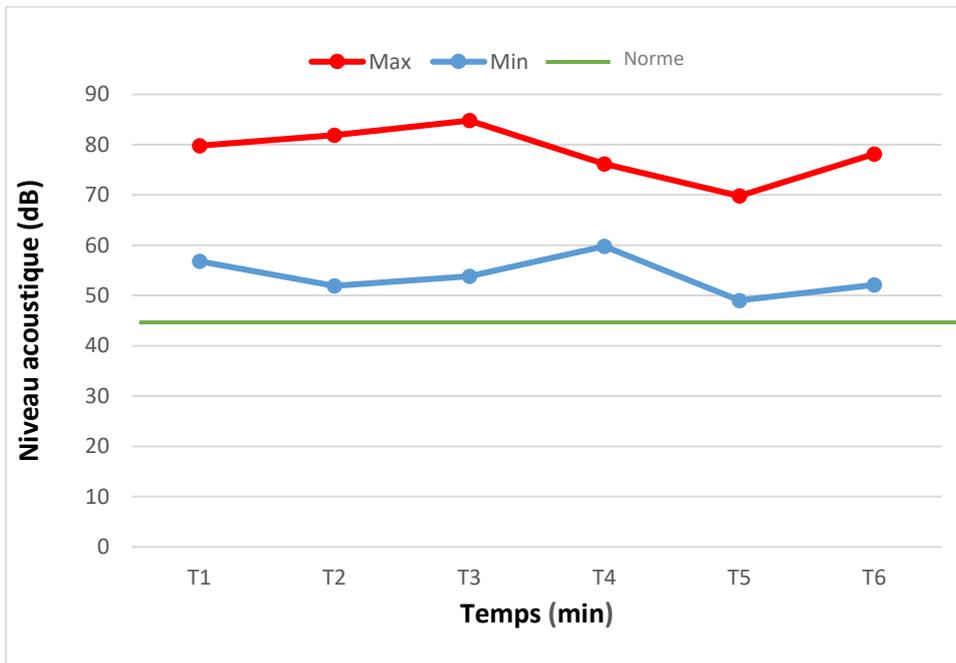


Figure 30 Niveau acoustique en fonction du temps (couloire)

A partir des mesures réalisées au niveau RDC du bloc pédagogique, on remarque que l'écart des températures intérieures entre différents points varient entre 3 et 4 C°. Nous avons constaté une température modérée sur la surface intérieur des portes, les murs, et même au niveau des murs qui sont en contact avec l'extérieur et exposé au soleil.

Pour ce qui est des fenêtres, nous avons noté une température plus élevée de 16% par rapport à la norme dans la salle 110. Ce constat est principalement dû à la position de la fenêtre qui est exposée au soleil.

Quant à l'humidité, une augmentation de 40% par rapport aux normes a été notée.

Pour ce qui est de niveau du bruit, nous avons noté des niveaux sonores assez élevés dans les salles et qui proviennent du couloir. Le niveau de bruit max qui oscillait au niveau du couloir est égal à 84 dB.

### III.3.6. Amphi 001

12H30

15/05/2022

Température extérieur 25 C°

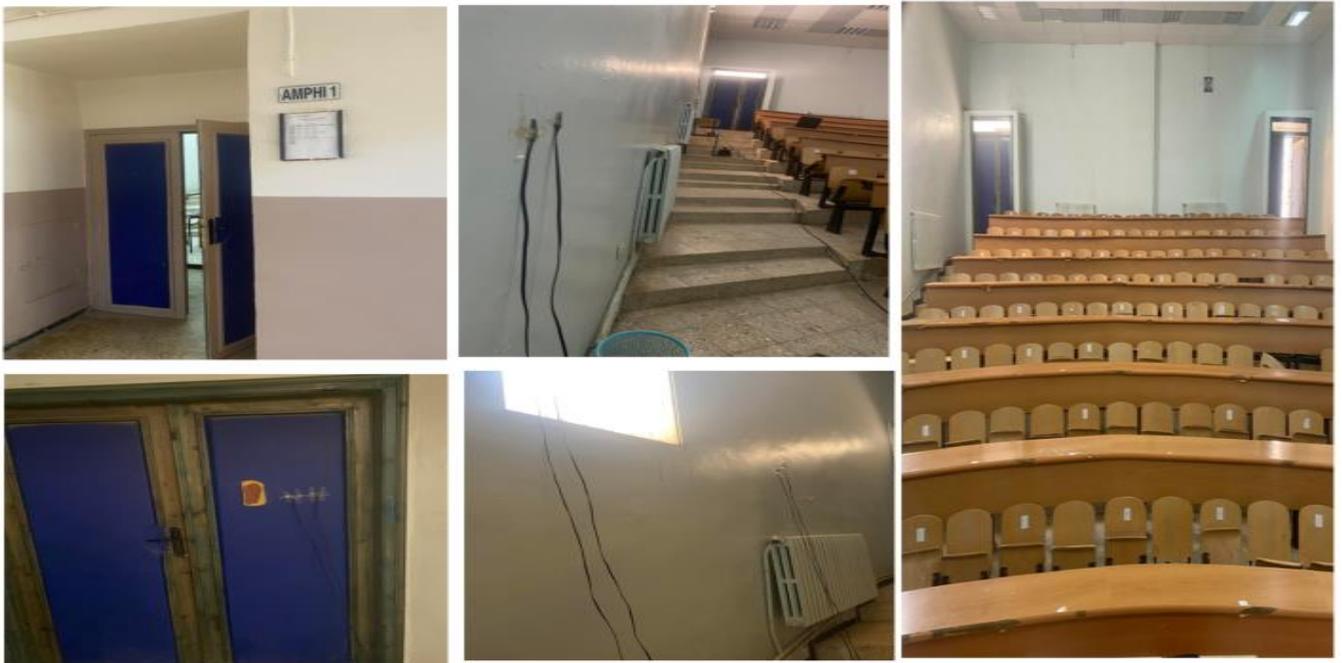


Figure 31 Amphi 001

Figure 34 représente la variation de température en fonction du temps au niveau d'amphi 001

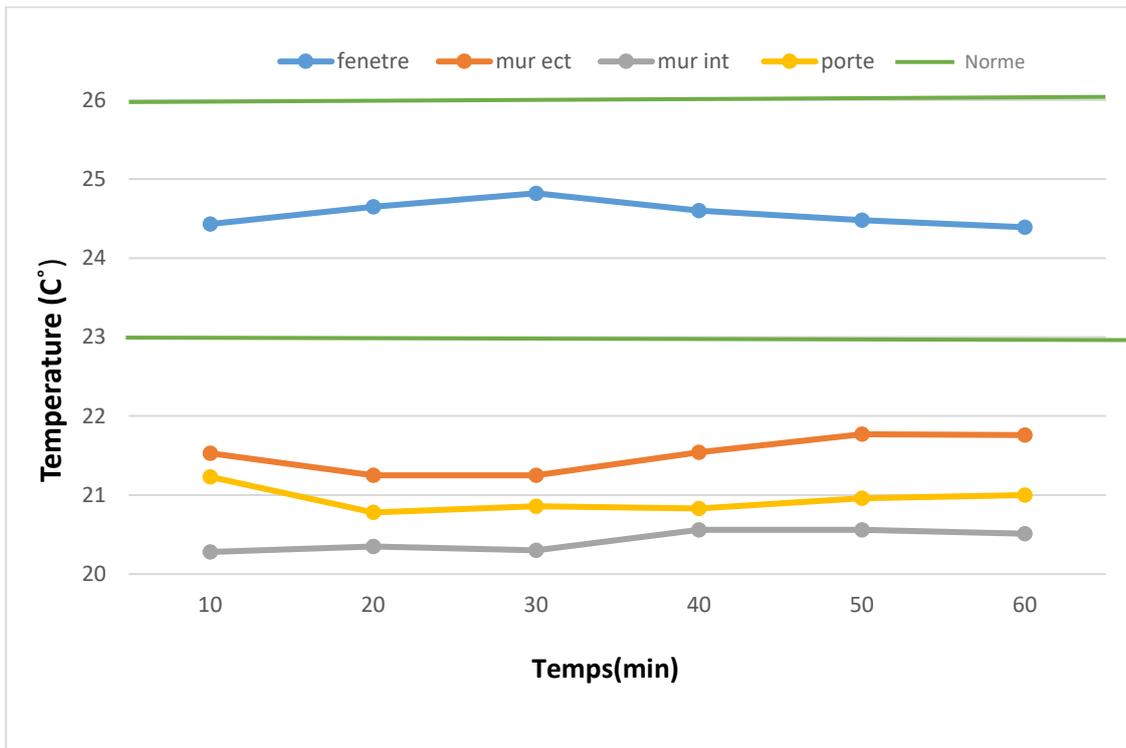


Figure 32 Variation de température en fonction du temps(amphi 001)

Figure 33 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de amphi 001

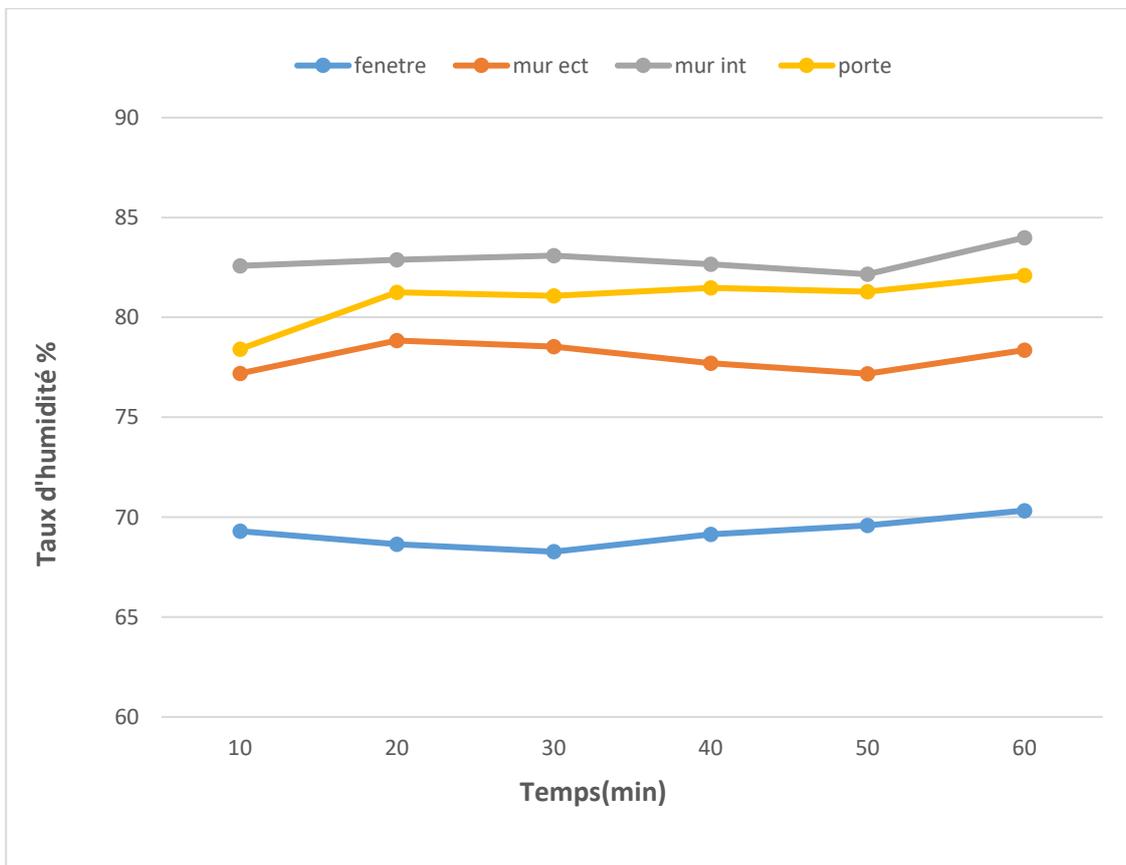


Figure 33 Variation de Humidité en fonction du temps(amphi 001)

Figure 34 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

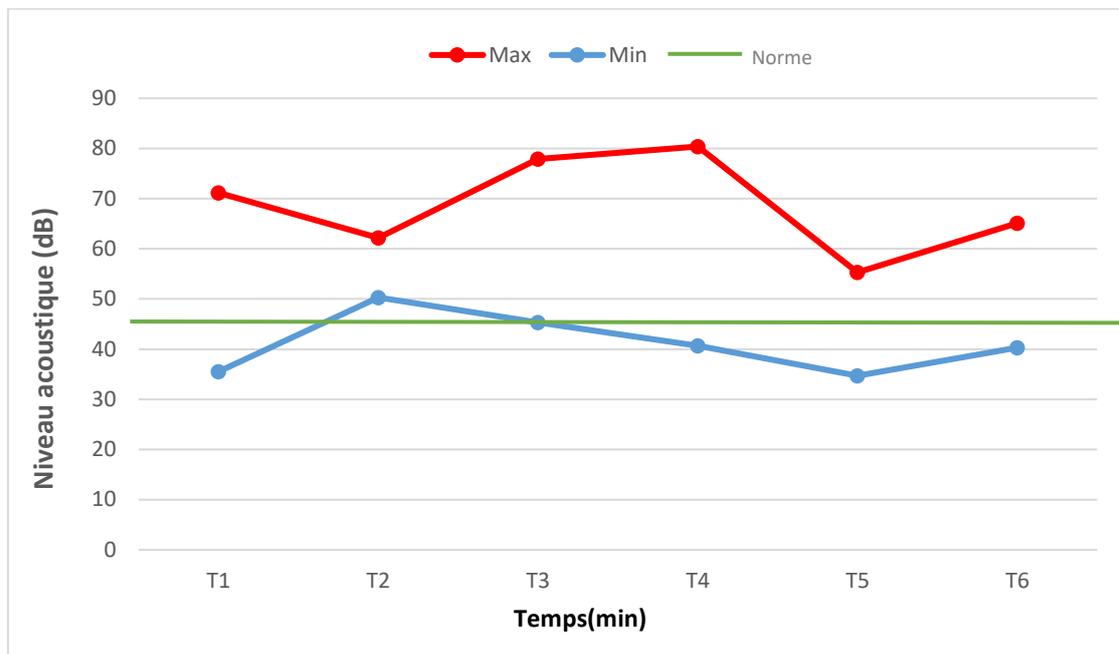


Figure 34 Niveau acoustique en fonction du temps (AMPHI 001)

A partir des mesures que nous avons effectuées au niveau de l'amphi 001 qui se trouve au sous-sol, on remarque que l'écart de température intérieur entre un point et un autre varie de 4 à 5 C°. Nous avons noté une température modérée sur la surface intérieure des murs, des fenêtres et des portes de l'amphi en question.

Nous avons noté une diminution de température égale à 2 à 3 C° entre les parois extérieures et intérieures.

Cependant, nous avons remarqué que l'air est très humide et que le taux d'humidité dépasse de 26% les taux recommandés par les normes.

Nous avons aussi remarqué une augmentation de niveau du bruit de 77% par rapport aux normes, spécialement au niveau du couloir.

### III.3.7. Amphi G3

11H00      15/05/2022 Température extérieure 25 C°



Figure 35 Amphi G3

Figure 36 représente la variation de température en fonction du temps au niveau d'amphi G3

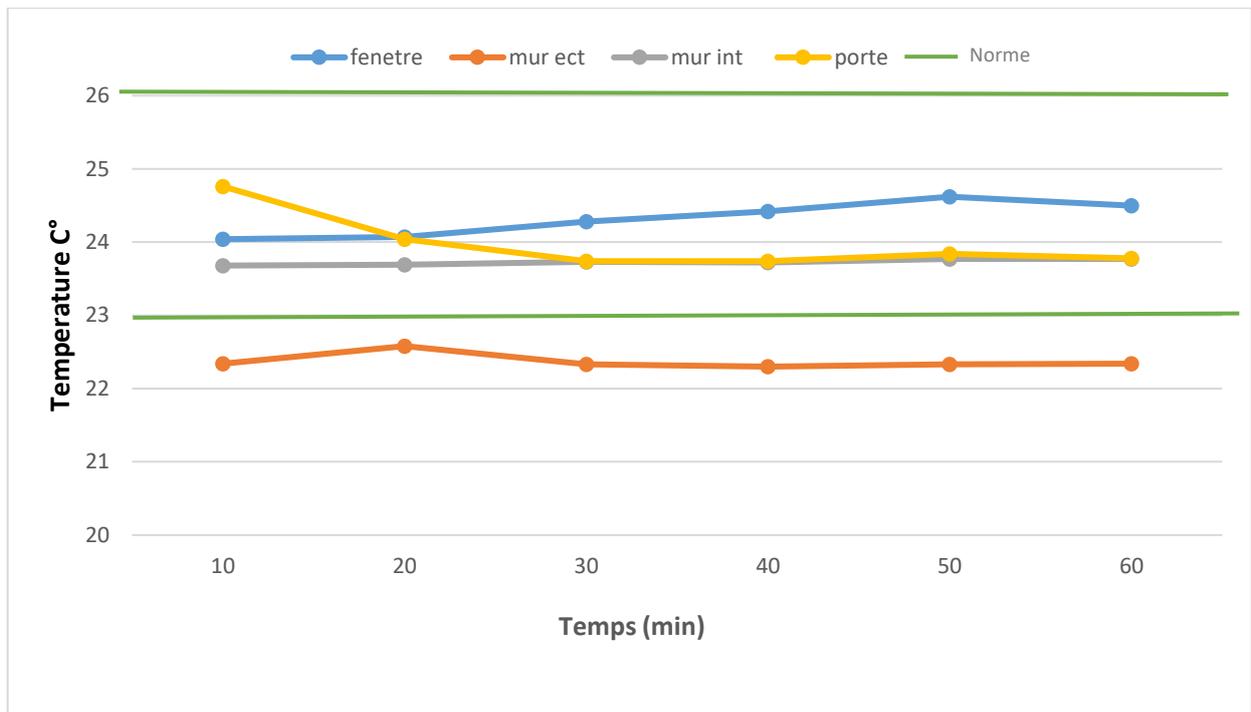


Figure 36 : Variation de température en fonction du temps (Amphi G3)

Figure 39 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de l'amphi G3

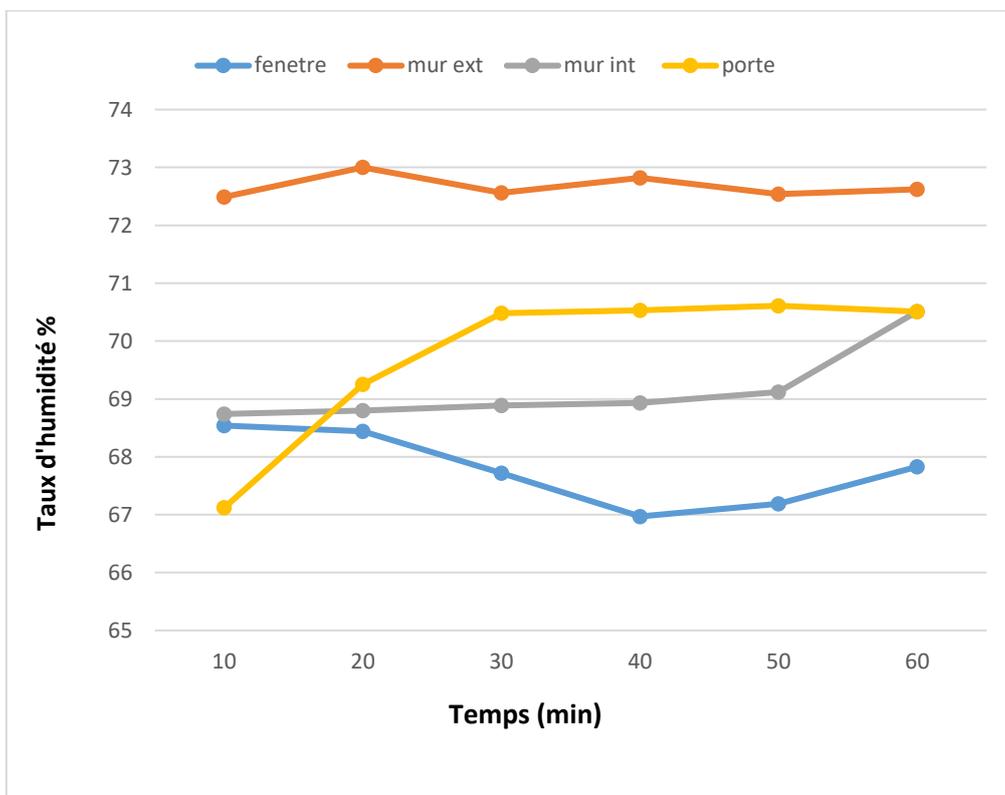


Figure 37 Variation de Taux d'humidité en fonction du temps( amphi G3)

Figure 38 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

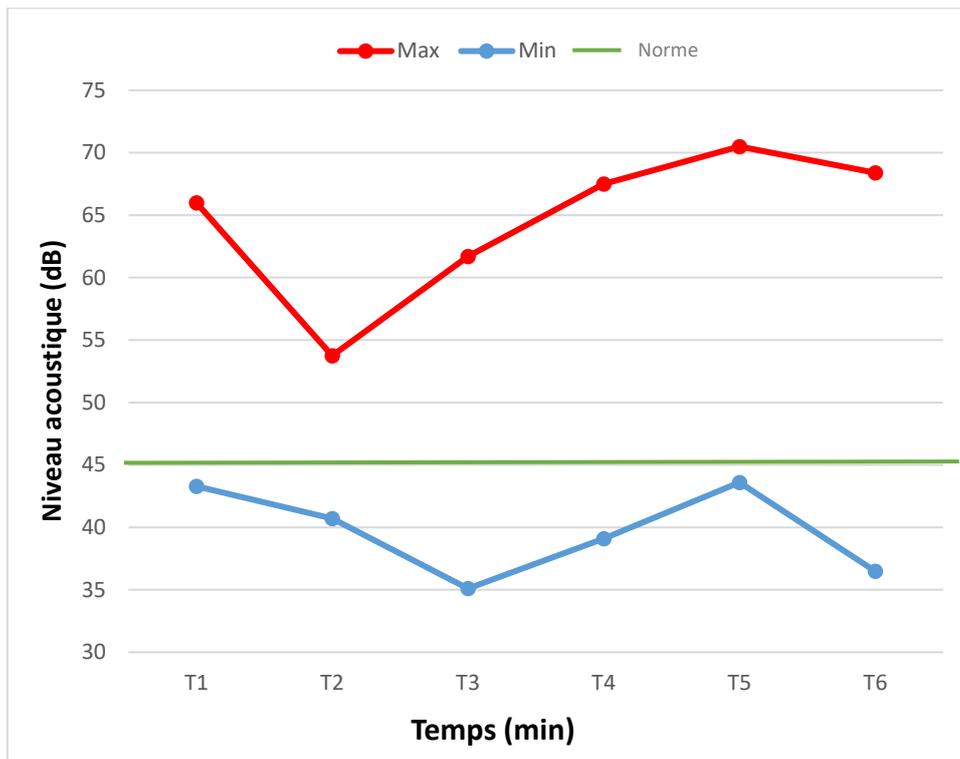


Figure 38 Niveau acoustique en fonction du temps (AMPHI G3)

### III.3.8. Amphi G2

11H00

17/05/2022

Température extérieure 26



Figure 39 Amphi G2

Figure 40 représente la variation de température en fonction du temps au niveau d'amphi G2

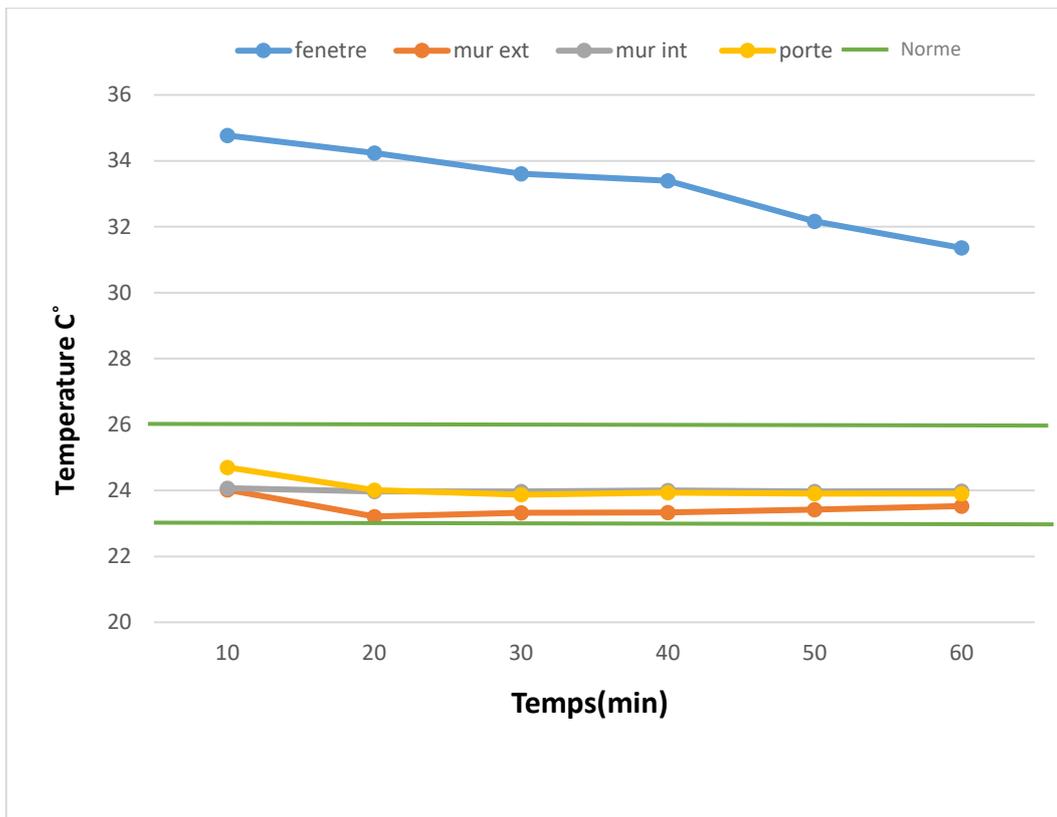


Figure 40 Variation de température en fonction du temps (amphi G2)

Figure 41 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de l'amphi G2

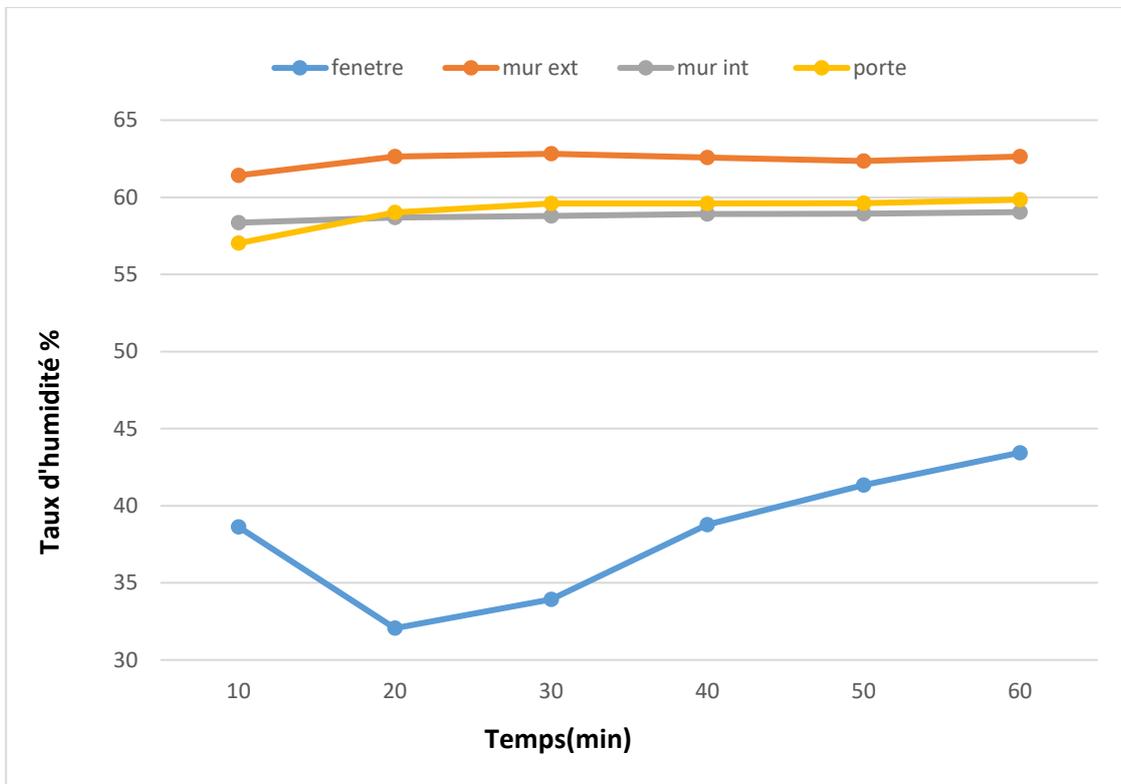


Figure 41 : Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (amphi G2)

Figure 42 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

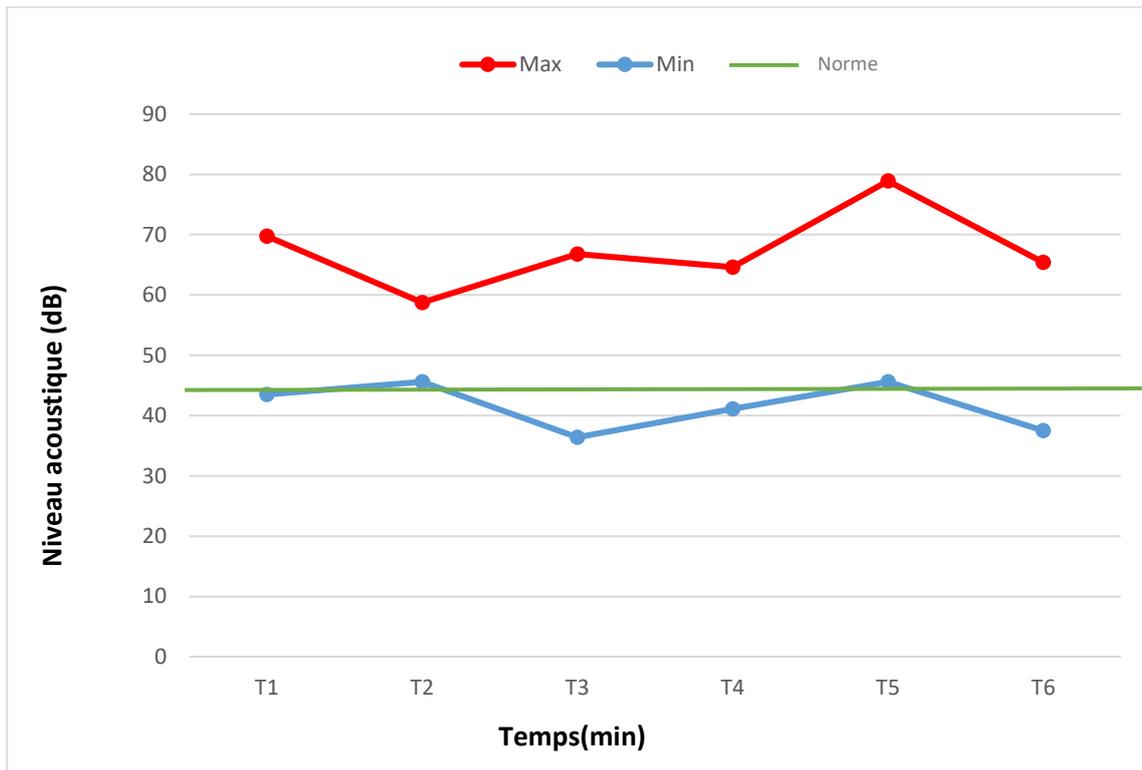


Figure 42 : Niveau acoustique en fonction du temps (amphi G2)

Pour les amphithéâtres G3 et G2, on remarque que l'écart des températures intérieures entre différents points varie de 3 à 4 C° au niveau amphi G2 et de 10 à 11 C° pour l'amphi G3. Les valeurs des températures oscillent dans les seuils recommandés pour ce qui des murs et des portes.

De plus, on note une diminution de 2 à 3 C° entre les parois extérieur et intérieur. Toutefois, on a constaté une augmentation de température de 33.73% au niveau des fenêtres.

Pour ce qui est des valeurs d'humidité, nous avons constaté que l'amphi G2 qui est le mieux exposé au soleil a des taux d'humidité plus faibles. On peut conclure que chaque degré de température en moins permet d'augmenter l'humidité relative de 3%.

Au niveau acoustique, le niveau sonore recommandé peut être dépassé de 87% au niveau du hall.

### III.3.9. Amphi Architecture

Heure 13H30

Date 16/05/2022

Température extérieur 26 C°



Figure 43 Amphi architecture

Figure 44 représente la variation de température en fonction du temps au niveau d'amphi de dpt architecture

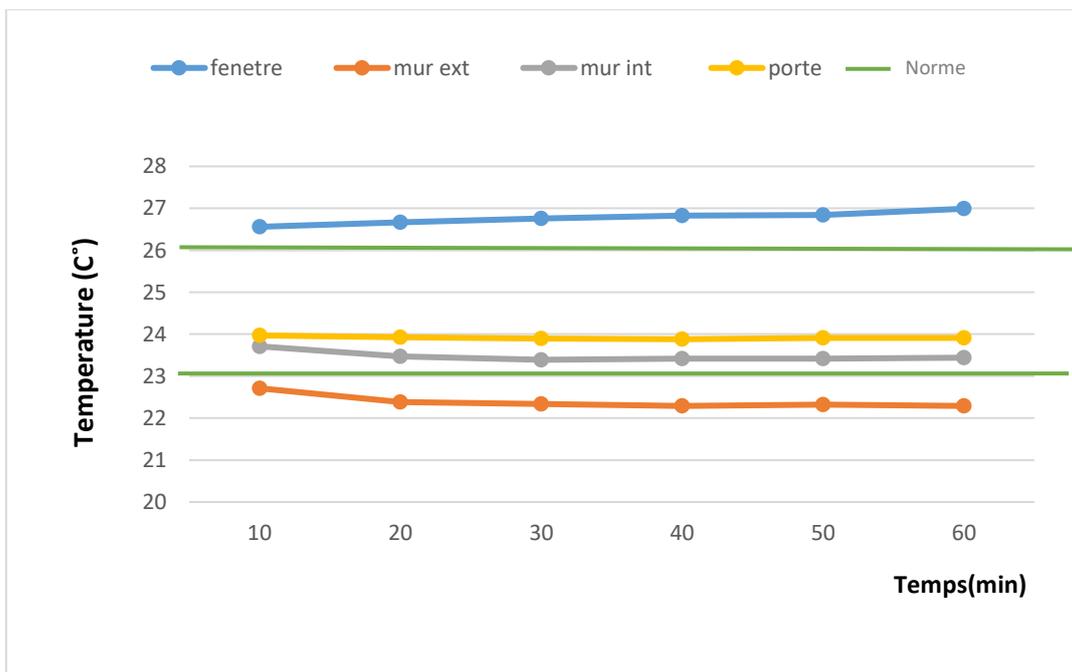


Figure 44 Variation de température en fonction du temps (amphi de dpt architecture)

Figure 45 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de dpt architecture

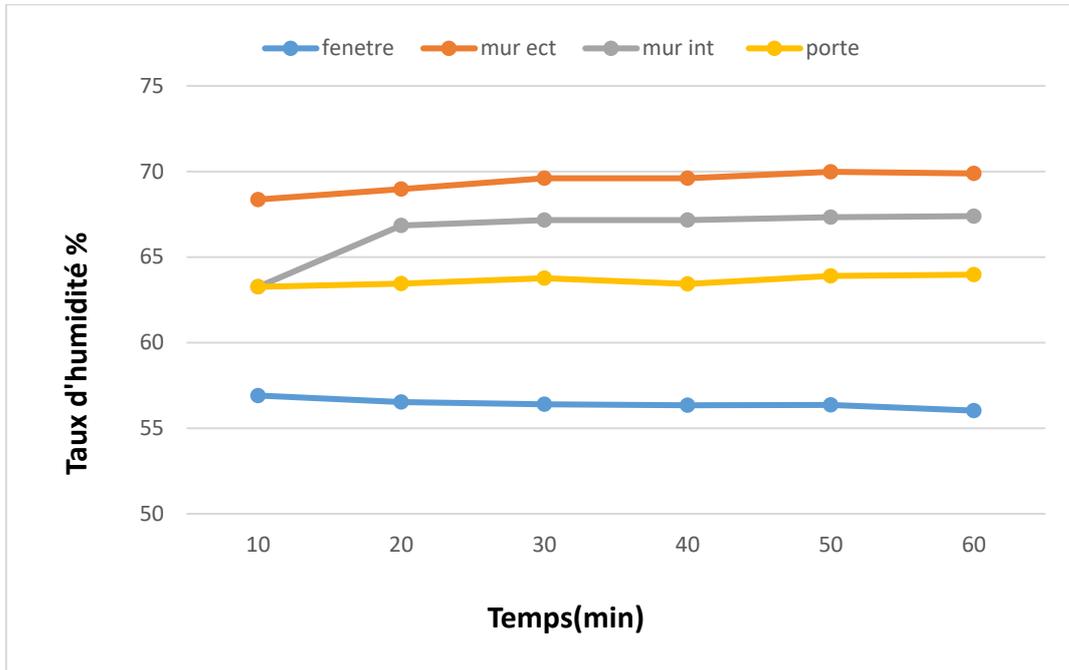


Figure 45 : Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (amphi dpt architecture)

Figure 46 représente variation min et max de niveau acoustique en fonction du temps

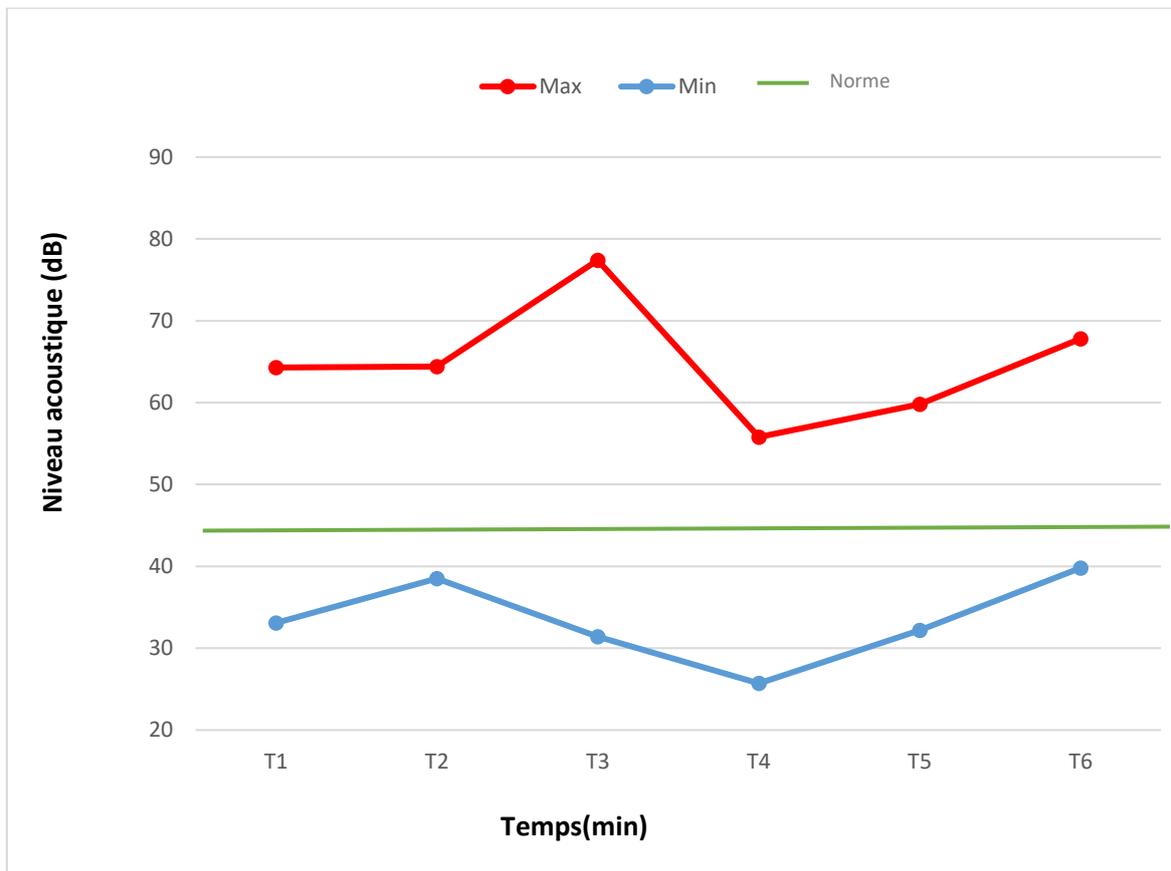


Figure 46 Niveau acoustique en fonction du temps (amphi architecture)

D'après les résultats obtenus, nous pouvons avancer que les températures de l'amphi du dpt d'architecture qui varient entre 22.29 et 26.99°C sont pratiquement dans des niveaux normalisés.

La présence des murs extérieurs engendre une diminution de la température entre 2 et 3 C°.

On remarque que l'écart des taux d'humidité entre un point et un autre varie entre 15 et 16 % même s'ils restent dans des seuils normalisés.

Sur le plan acoustique, le niveau sonore recommandé peut parfois être dépassé de 72 % à cause du bruit provenant du grand hall de ce département.

### III.3.10. Bibliothèque

11H20

16/05/2022

Température extérieure 27



Figure 47 Bibliothèque

Figure 48 représente la variation de température en fonction du temps au niveau de la bibliothèque

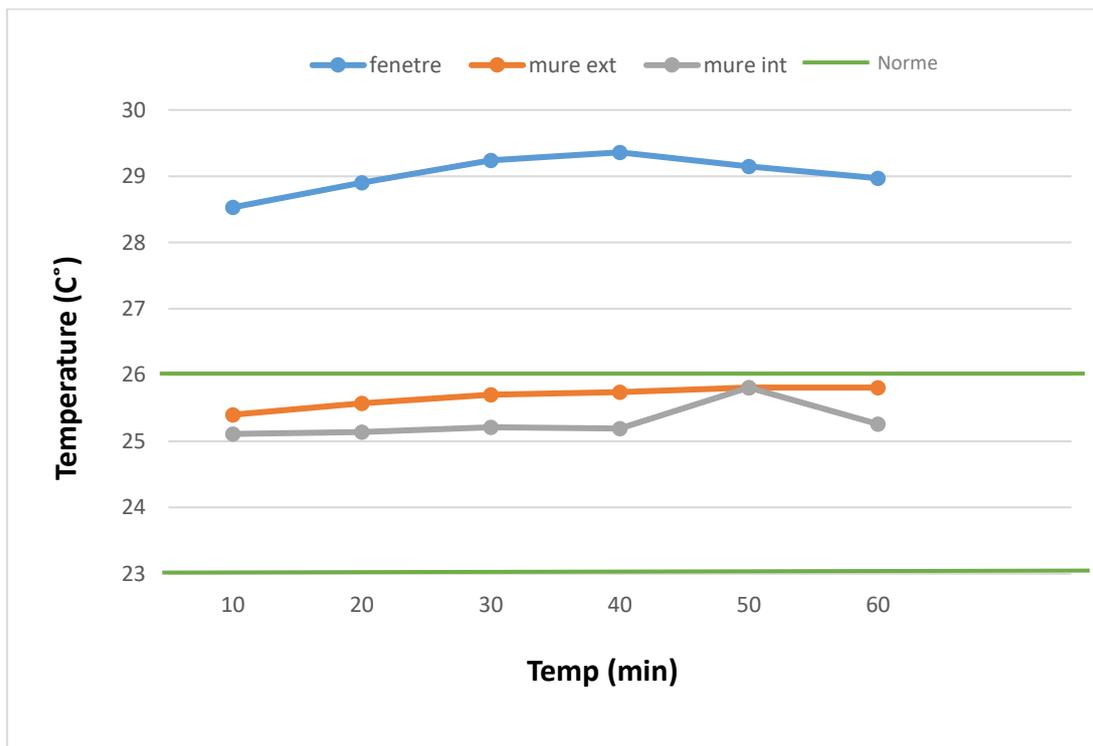


Figure 48 Variation de température en fonction du temps (bibliothèque)

Figure 49 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de la bibliothèque

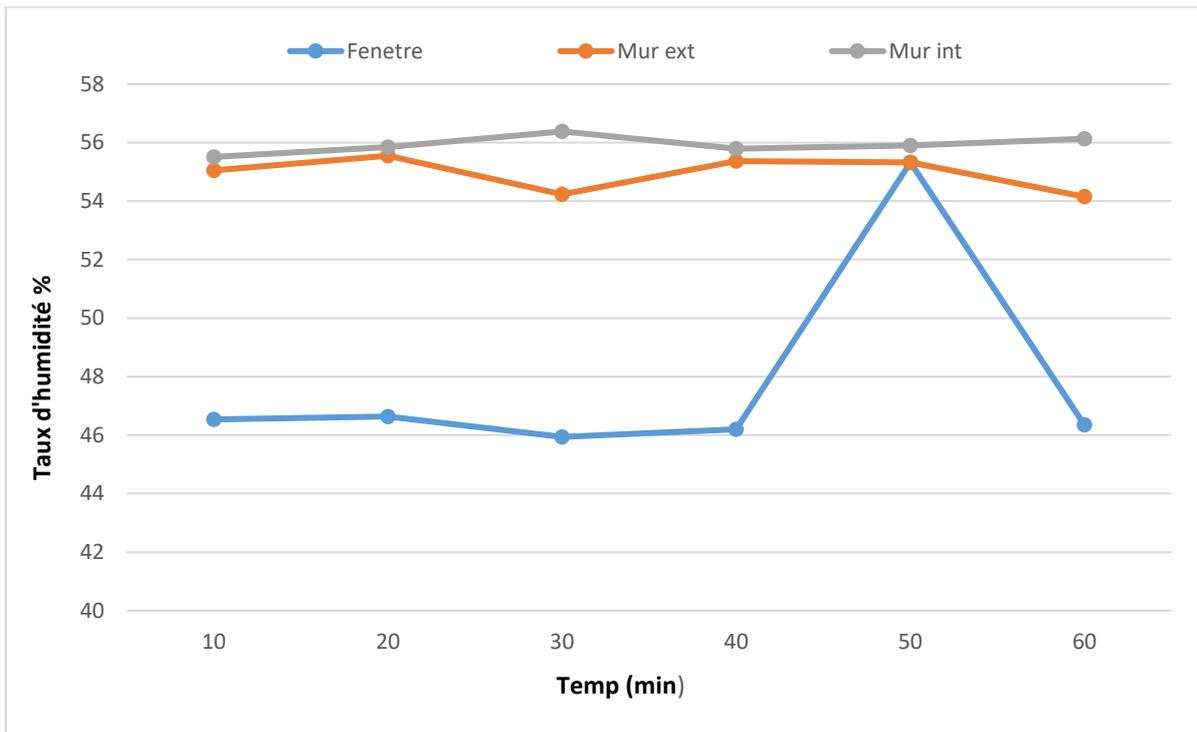


Figure 49 Variation de Humidité en fonction du temps (bibliothèque)

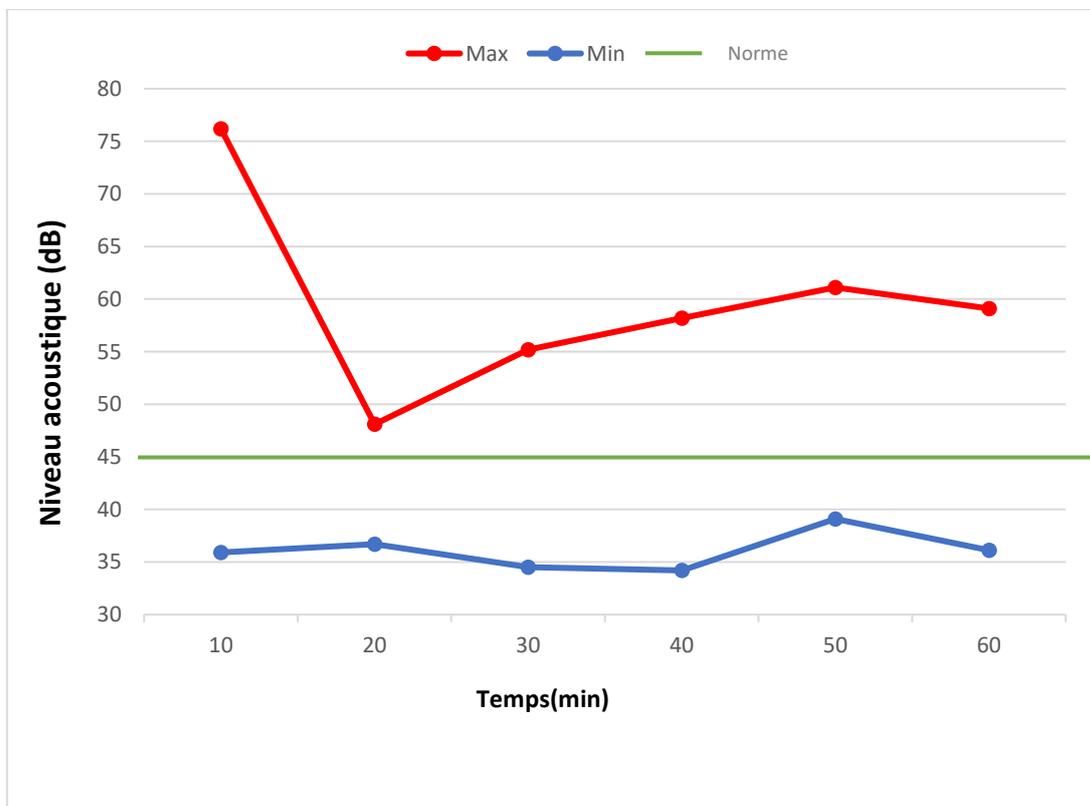


Figure 50 Niveau acoustique en fonction du temps (bibliothèque)

Au niveau de la bibliothèque, nous avons noté une température modérée de 25°C sur la surface intérieure des murs mais des températures sur la surface intérieure des fenêtres plus grandes de 22% par rapport aux normes.

On remarque que l'écart des taux d'humidité entre un point et un autre varient de 10 et 11 %.

Pour ce qui est du plan acoustique, nous avons détecté une augmentation de 33% par rapport aux des normes.

### III.3.11. LABO MDC

12H20

18/05/2022 Température extérieure 26 C°



Figure 51 LABO MDC

Figure 52 représente la variation de température en fonction du temps au niveau de laboratoire amphi G3

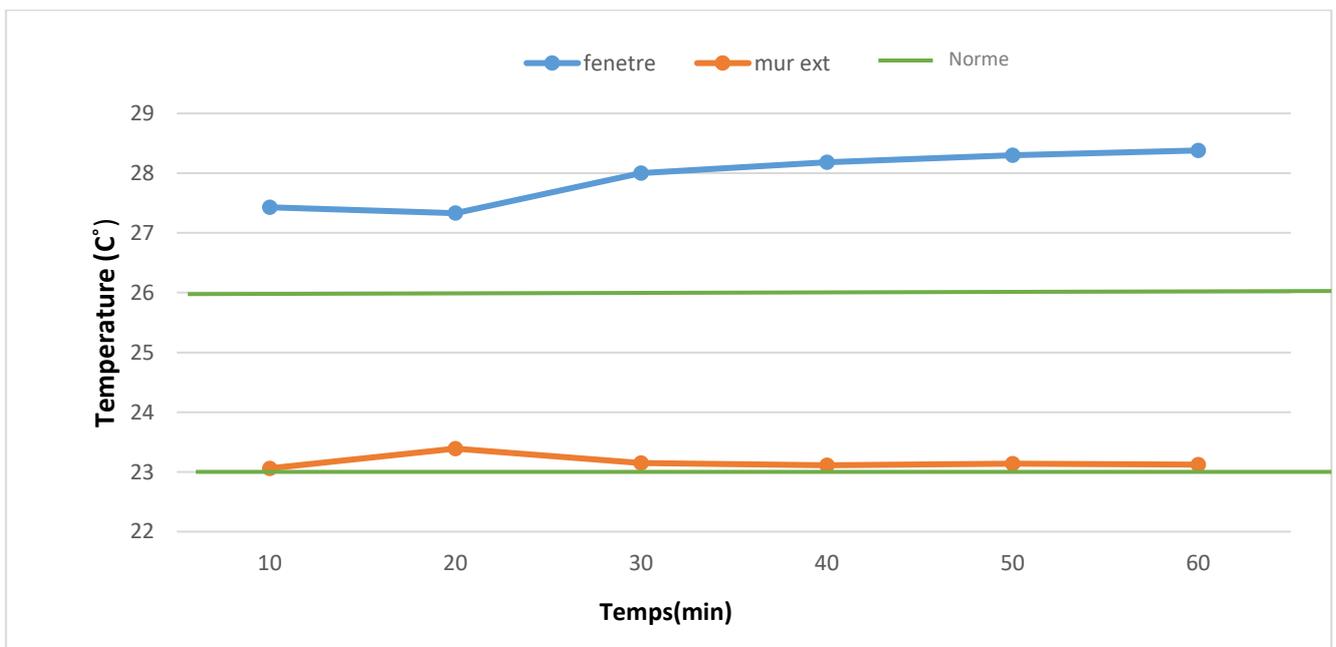


Figure 52 : Variation de température en fonction du temps (Labo mdc)

Figure 53 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de laboratoire mdc

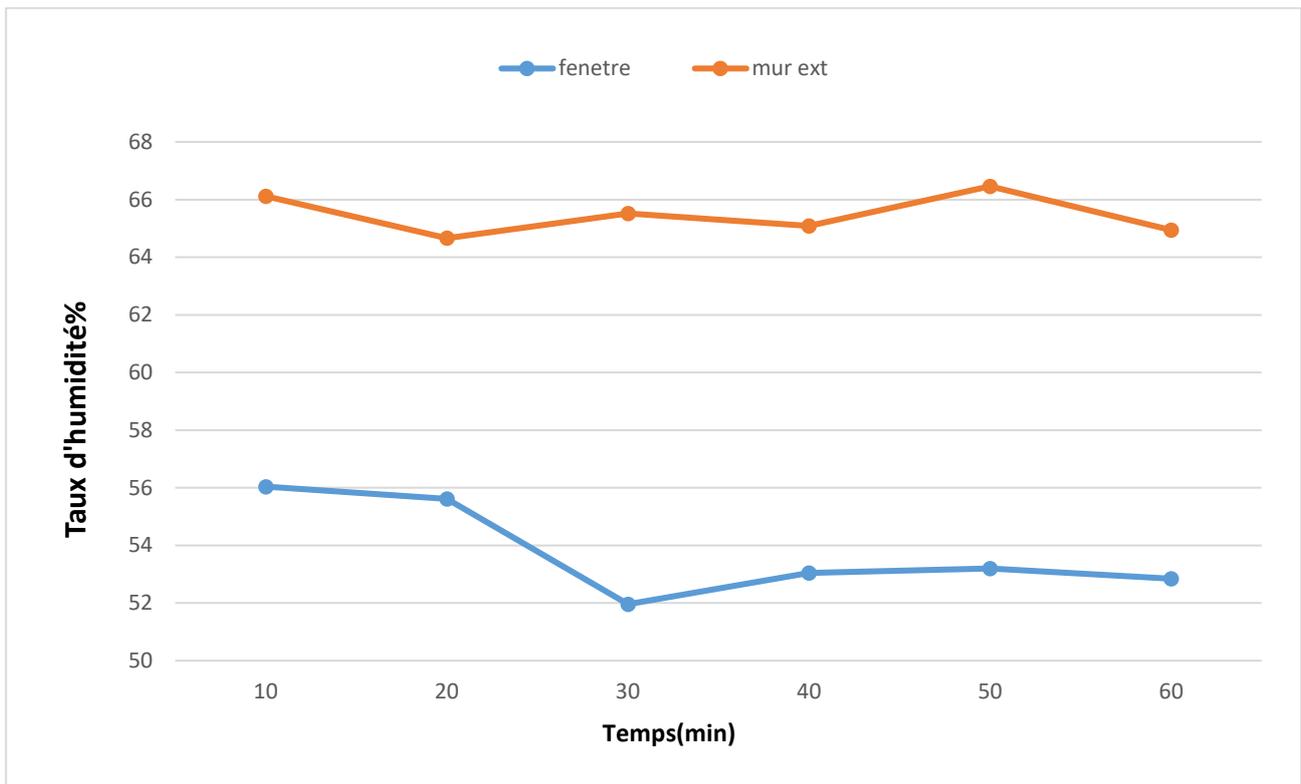


Figure 53 : Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (Labo MDC)

Au niveau du laboratoire MDC, nous avons effectué les essais avec le sonomètre en parallèle avec l'utilisation des bancs d'essai qui émettent beaucoup de bruit, à savoir le malaxeur et le banc d'essai de Los Angeles.

Tableau 2 niveau de bruit en fonction des bancs d'essai utilisés

	Bruit intérieur		Bruit extérieur	
	MAX	MIN	MAX	MIN
Sons provenant du malaxeur à béton.	87 dB	80 dB	67 dB	60 dB
Sons provenant de l'essai Los Angeles pour granulats.	107.1 dB	95 dB	84 dB	63 dB



**Figure 55 Malaxeur**



**Figure 54 Los angeles**

A partir des résultats obtenus au niveau de laboratoire, nous avons aussi noté une température modérée sur la surface des murs exposés à l'extérieur. Par contre, sur la surface intérieure des fenêtres placées sur ces murs, nous avons trouvé une augmentation de 18% par rapport aux normes.

Nous avons encore une fois constaté une diminution de la température de 2 à 3 C° entre l'extérieur et l'intérieur.

Toutefois, nous avons constaté que le malaxeur et l'essai de Los Angeles provoque un énorme bruit qui peut atteindre 107.10 DB de (pour Los Angeles) et 87 DB (pour le malaxeur), ce qui nécessite la réalisation d'une enceinte spécifique pour l'essai de Los Angeles et un espace dédié pour le malaxeur. Ces essais peuvent engendrer une augmentation de bruit de 86% au niveau des couloirs.

### **III.3.12. Département d'électronique**

salle 014      11H20      18/05/2022      Température extérieur 24 C°



**Figure 56 Salle 014**

Figure 59 représente la variation de température en fonction du temps au niveau du salle 014

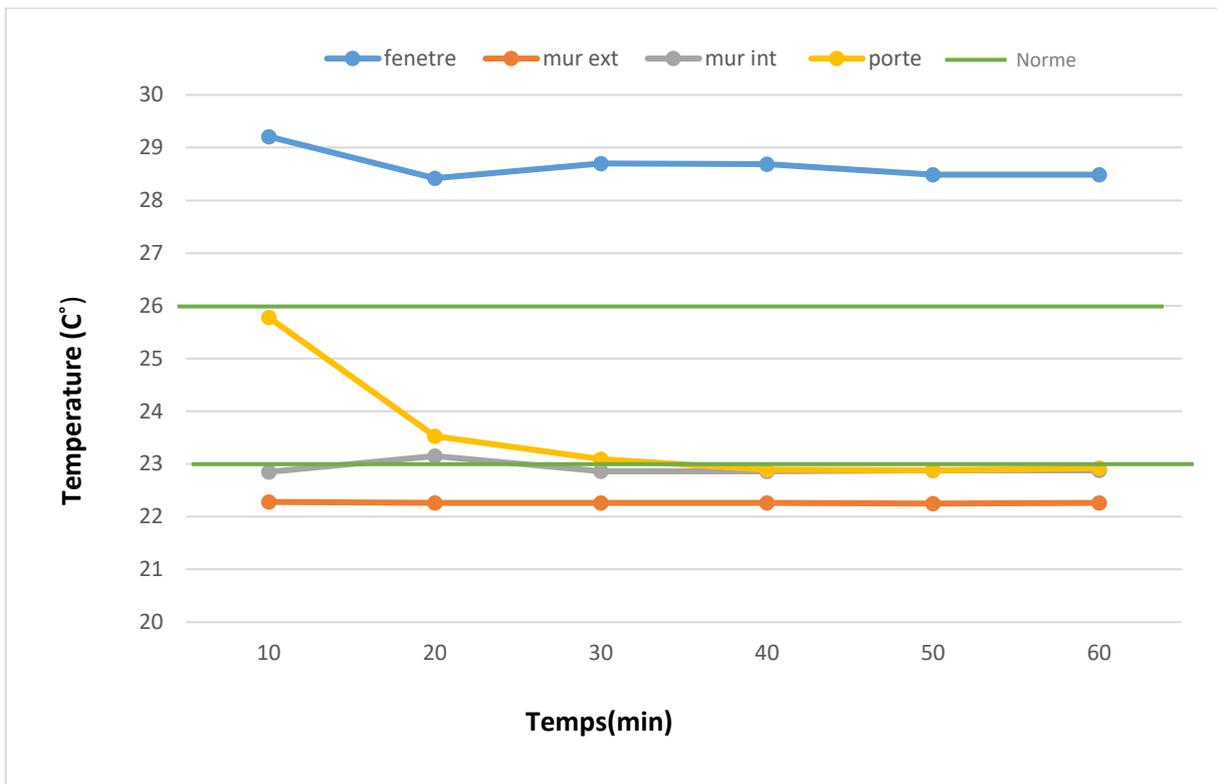


Figure 59 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de la salle 014

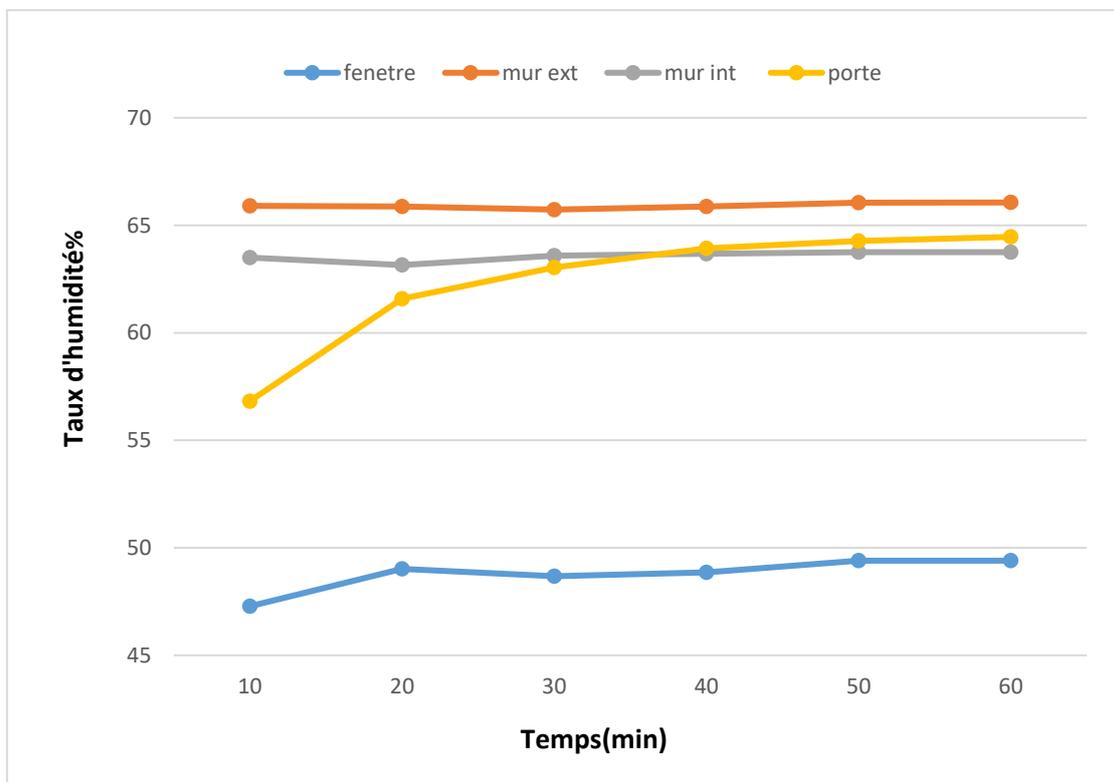


Figure 57 Variation de Taux d'humidité en fonction du temps (salle 014)

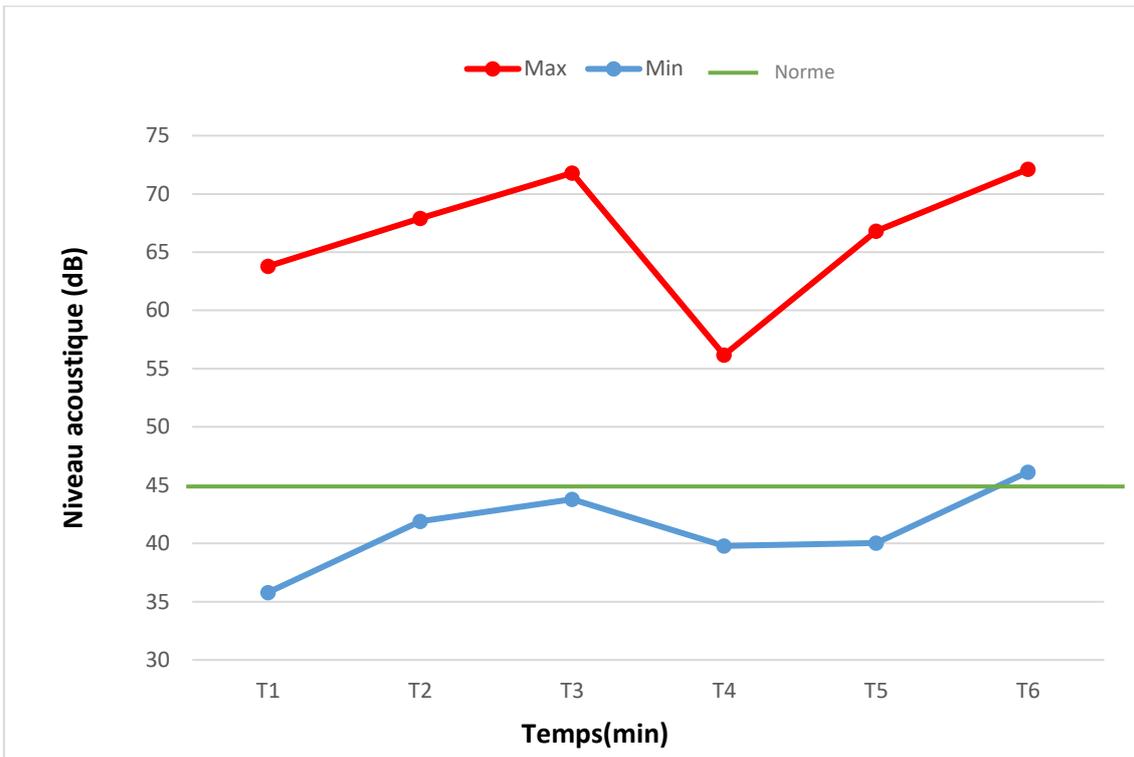


Figure 58 Niveau acoustique en fonction du temps

En ce qui concerne le département d'électronique, et spécifiquement au niveau de la salle 014, la bonne disposition de la salle vis-à-vis du soleil permet d'augmenter la température de 12.34%.

Les résultats montrent aussi que l'humidité relative dans la salle varie entre 47.28 et 66%, ce qui indique une HR confortable. Toutefois, des écarts entre 10% et 11% sont notés entre différents points.

Sur le plan acoustique, le niveau sonore peut parfois dépasser de 59 % par rapport à ce qui est recommandé.

### III.3.13. LABO Informatique

Heure : 14H00

DATE : 11/05/2022 Température extérieur 25 C°



Figure 59 LABO informatique

Figure 60 représente la variation de température en fonction du temps au niveau de labo informatique

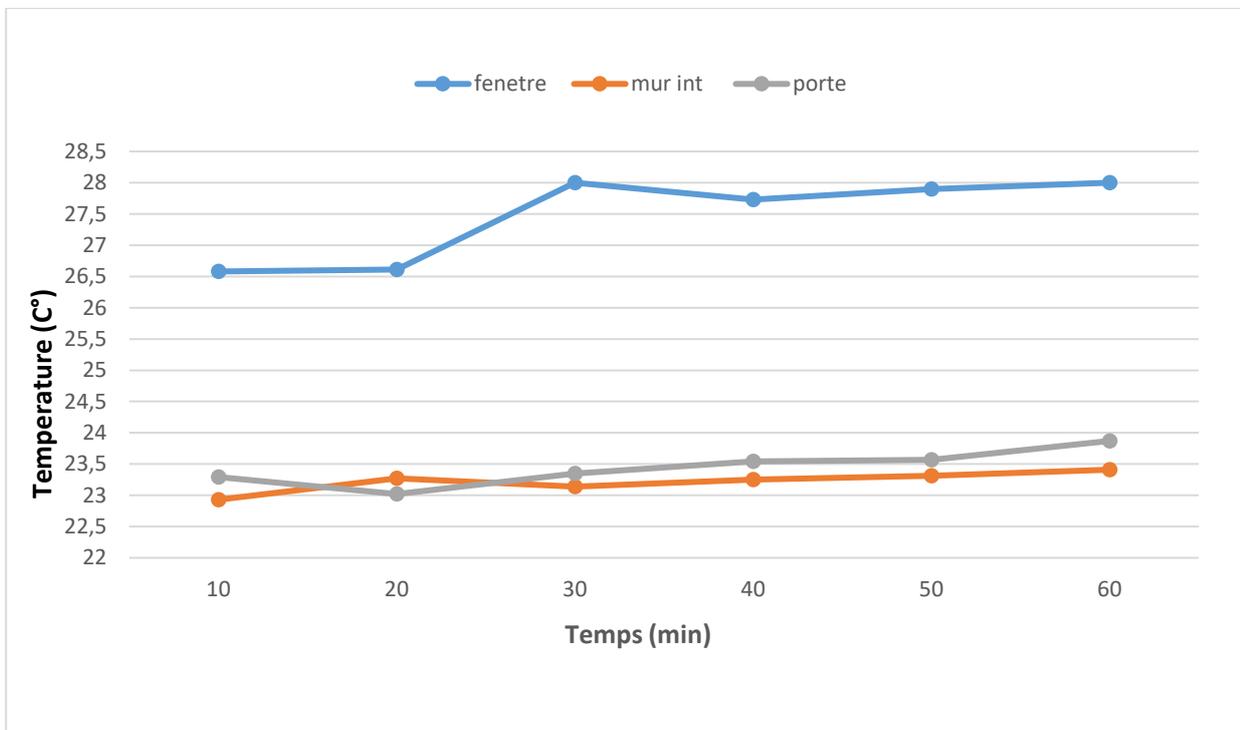


Figure 60 la variation de température en fonction du temps au niveau de labo informatique

Figure 61 représente la variation de taux d'humidité en fonction du temps au niveau de labo informatique

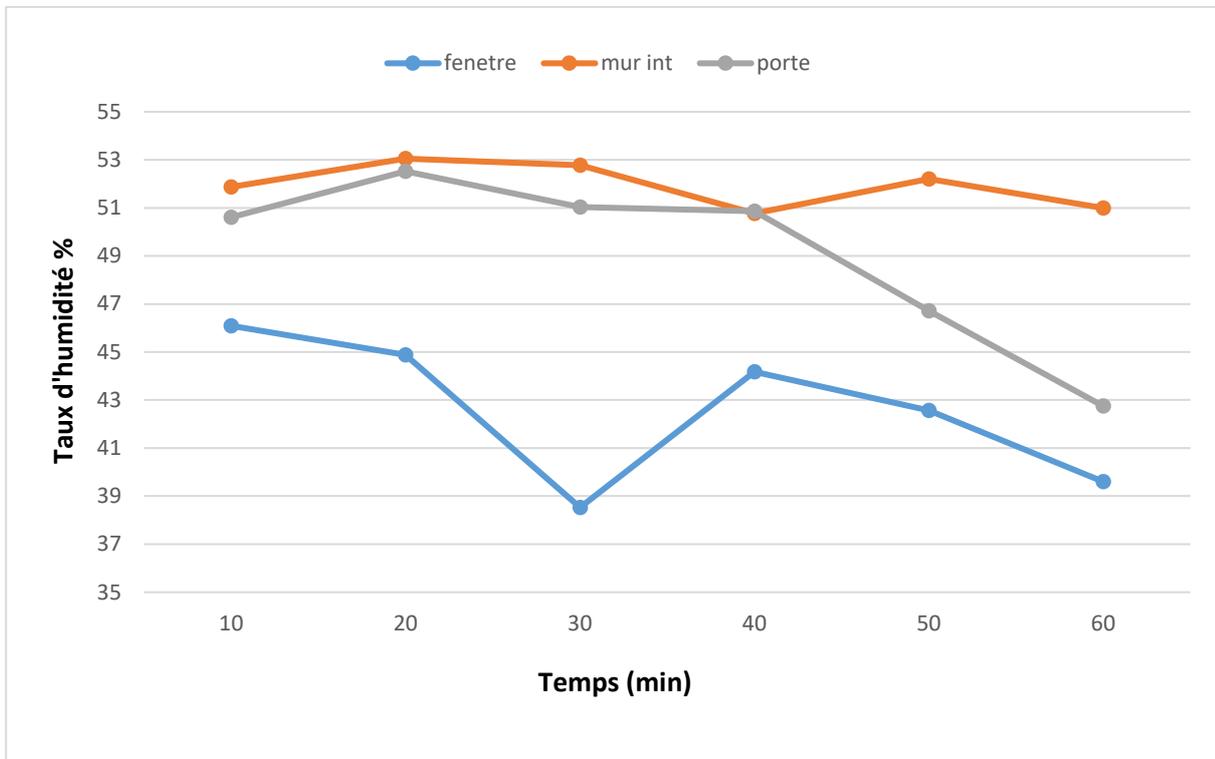


Figure 61 Variation du Taux d'humidité en fonction du temps

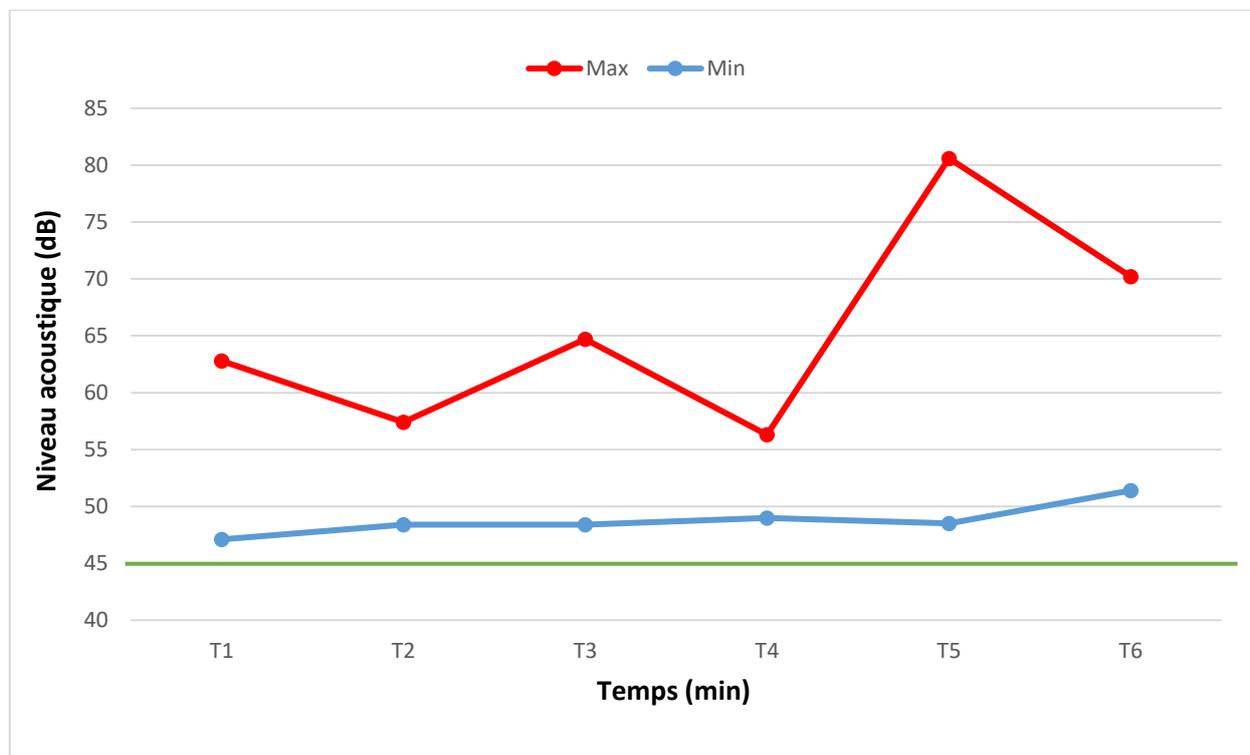


Figure 62 Niveau acoustique en fonction du temps (labo d'informatique)

En ce qui concerne le laboratoire d'informatique, et en considérant sa géométrie et sa disposition sur le côté ouest de l'université où les rayons du soleil sont parallèles, on constate une augmentation de la température 7% et une HR variant entre 38.53 et 62.8%.

La diminution de la température entre 2 et 3 C° est engendrée par la présence des parois verticales.

Sur le plan acoustique, le niveau sonore peut parfois dépasser la barrière du 79.11dB à cause du bruit émis du système de ventilation des PC. En ce qui concerne le niveau sonore dans les Halls, la présence d'étudiants engendre des niveaux sonores qui dépassent de 59% les niveaux tolérés.

**Exemple de variation de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur à travers les parois de la bibliothèque :**

Enduit de mortier ext :  $e_1=2$  cm  $k_1=1.5$  W/m K

Brique :  $e_2=10$ cm  $k_2=0.84$  W/ m K

Lame d'air :  $e_3=5$  cm  $k_3=0.024$  W/ m K

Brique :  $e_4=15$ cm  $k_4=0.84$  W/ m K

Enduit de mortier intérieur :  $e_5=2$  cm  $k_5=0.83$  W/ m K

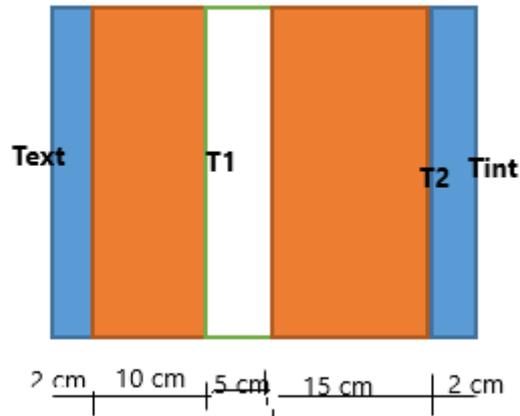


Figure 63 les couche de parois

$$\phi = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\sum_1^5 \frac{e}{k}}$$

$$\phi = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3} + \frac{e_4}{k_4} + \frac{e_5}{k_5}}$$

$$\phi = \frac{27 - 25}{\frac{0.02}{0.83} + \frac{0.1}{0.84} + \frac{0.15}{0.84} + \frac{0.05}{0.025} + \frac{0.02}{1.5}}$$

$$\phi = 0.826 \text{ W/m}^2$$

$$\phi = \frac{T_{ext} - T_1}{\sum_1^2 \frac{e}{k}}$$

$$T_2 = -\phi \sum_1^2 \frac{e}{k} + T_{ext}$$

$$T_1 = -0.826 \left( \frac{0.02}{0.83} + \frac{0.1}{0.84} \right) + T_{ext}$$

$$T_1 = 26.88 \text{ C}^\circ$$

$$\phi = \frac{T_2 - T_{int}}{\frac{e_5}{k_5}}$$

$$T_2 = \phi \times \frac{e_5}{k_5} + T_{int}$$

$$T_2 = 0.826 \left( \frac{0.02}{1.5} \right) + 25$$

$$T_2 = 25.02 \text{ C}^\circ$$

$$T_{ext} > T_1 > T_2 > T_{int}$$

$$27 > 26.88 > 25.02 > 25$$

Les résultats expérimentaux sont similaires aux résultats analytiques

### III.4. Solutions pour une meilleure isolation :

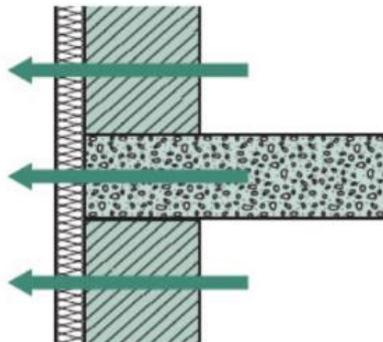
En Algérie, les matériaux isolants les plus utilisés sont le liège, le polystyrène expansé, les plaques de plâtre, la laine de verre.

#### III.4.1. Isolation des murs extérieurs :

Il existe 2 méthodes principales d'isolation des murs extérieurs :

- Isolation par l'extérieur :

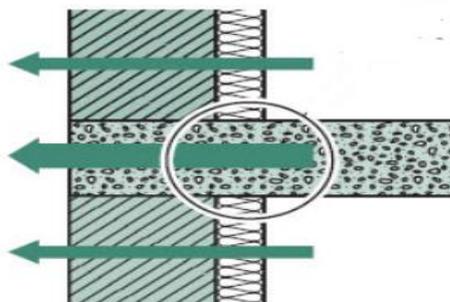
Elle permet de modifier l'aspect extérieur du bâtiment, mais reste coûteuse.



- Isolation par l'intérieur :

C'est la solution la plus simple et la plus courante pour l'isolation des murs. L'aspect extérieur n'est pas modifié mais nécessite d'apporter des modifications internes de la salle et engendre une diminution de la surface. L'ajout d'épaisseur doit tenir compte de l'ouverture des fenêtres, des prises et des autres canalisations.

Les meilleurs isolants intérieurs sont les isolants plus naturels comme la laine de chanvre ou la ouate de cellulose qui améliore le confort thermique.



### **III.4.2. Isolation des toitures :**

La laine de roche est très efficace pour l'isolation de toitures. Elle peut être utilisée, par exemple, en tant qu'isolation thermique, ignifuge et insonore avec des toitures inclinées, mais il y a également certaines plaques qui ne peuvent être pressées et qui sont utilisées pour isoler des toitures plates.

L'isolation de la toiture peut se faire par des plaques de laine de roche ou par des draps de laine de roche. Les deux formes peuvent conjointement être utilisées afin d'isoler la toiture. Elles sont disponibles en des épaisseurs différentes. [16]

### **III.4.3. Isolation des fenêtres :**

Dans notre université, nous avons conclu que l'une des principales causes de la hausse de la température reste le flux qui traverse les fenêtres qui sont loin d'être une barrière solaire dans la section locale. Donc le double vitrage reste la solution la plus simple qui consiste à agir directement sur les fenêtres en permettant de limiter la déperdition de chaleur d'au moins 40% et d'affaiblir l'indice acoustique ( $R_w$ ) qui peut atteindre entre 30 et 40 dB par rapport à un simple vitrage.

### **III.4.4. Isolation des portes :**

Pour rendre une porte moins perméable aux bruits, il y a les kits de capitonnage qui peuvent être installés directement sur la porte. Les kits incluent des plaques de mousse dense, des panneaux de moyenne densité, des clous et du cuir.



Les kits de capitonnage

### **III.5. Conclusion :**

Après avoir pris des mesures à différents endroits de l'université, les résultats obtenus n'étaient pas tout à fait compatibles avec les normes. Il est donc important d'utiliser les solutions recommandées dans notre travail pour améliorer le confort acoustique et thermique.

## **Conclusion générale :**

Notre projet consiste à étudier l'isolation thermique et phonique dans notre université. Les résultats obtenus montrent clairement que le confort acoustique et thermique ne peut pas être atteint. Les problèmes de hautes températures peuvent surtout survenir des fenêtres.

Sur le plan hygrométrique, nous avons constaté que les taux d'humidité variaient généralement dans les seuils recommandés par la normalisation.

Sur le plan acoustique, il est clair que la présence des étudiants au niveau des halls, surtout dans certains moments de regroupement peuvent créer des amplifications importantes des niveaux sonores. Au niveau du laboratoire, l'utilisation de certains bancs d'essais peut créer des problèmes importants d'audition chez le personnel et les ingénieurs du laboratoire qui sont fréquemment exposés à des niveaux sonores trop élevés d'où il est important de réaliser des enceintes spécifiques pour ce genre de matériel.

## **Bibliographie**

- [1] <https://www.futurasciences.com/definitions/isolation-10728/> ( consulter juin 2021)
- [2] B. BELGAID, 'Aide mémoire de l'isolement thermique du bâtiment
- [3] Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004
- [4] <https://docplayer.fr/18726433-L-isolation-thermique-du-batiment-mai-2016.html> ( consulter juin 2021)
- [5] Lund Centre For Habitat Studies, Mémoire «Matériaux thermiquement isolants », Université de Lund au Suède, 1994
- [4] <https://docplayer.fr/18726433-L-isolation-thermique-du-batiment-mai-2016.html> ( consulter juin 2021).
- [6] les différents types d'isolation . [www.tarvaux.com](http://www.tarvaux.com).
- [7] <https://www.isover.fr/guides/isolation-thermique>.
- [8] <https://www.qualitel.org/particuliers/isolation/techniques-isolation/>
- [9] [https://conseils-thermiques.org/contenu/documents/isolants\\_ecobilan.pdf](https://conseils-thermiques.org/contenu/documents/isolants_ecobilan.pdf)
- [10] <https://ccq.gouv.qc.ca/index-id=171.html>
- [11] EN15251 :2007 Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique. Bruxelles: Comité Européen de Normalisation (CEN), 2007 .
- [12] DJEDDOUL Ibtissém(2015) ,Le confort acoustique dans les Etablissements éducatif cas d'étude Lycée a Ain kercha, Faculté des Sciences de la Terre et d'architecture
- [13] Dans ASSURER LE CONFORT ACOUSTIQUE (p. 2).
- [14] L'OREILLE HUMAINE ET LA PERCEPTION DES SONS - Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse - Septembre 2019
- [15] Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale. (2004).
- [16] Brahim BELGAID (2021), AIDE MEMOIRE DE L'ISOLATION THERMIQUE DU BATIMENT, Institut d'architecture et d'urbanisme Université Batna 1

