الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE. YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté des sciences et de la Technologie

Département de Génie des Procédés et Environnement

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

Thème

L'ambiance au travail (température, éclairage et son) dans une unité industrielle

Réalisé par :

GASMI Youcef

RAMDANI Mohamed

Devant le jury :

Dr BENKIAR Amina	***Examinateur***
Dr RAHMANI	***Examinateur.***
Dr AMARI Malika	***Encadreur.***
Dr BOUKORTT Hocine	***Co-encadreur.***

Promotion :2020/2021

Dédicaces

A mes très chers parents source de vie d'amour et d'affection

A toute ma petite famille, ma femme AMINA, mes fils YAD et SADJED et ma fille AFNANE source d'amour et vie

A mes chers frères et sœurs source de joie et de bonheur

A toute ma famille source d'espoir et de motivation

A tous mes amis

A tous ceux qui ont participé de près et de loin

à la réalisation de ce travail

Je dédie ce modeste travail.

GASMI Youcef

Dédicaces

A mes très chers parents source de vie d'amour et d'affection

A mes chers frères source de joie et de bonheur

A toute ma famille source d'espoir et de motivation

A tous mes amis

A tous ceux qui ont participé de près et de loin

à la réalisation de ce travail

Je dédie ce modeste travail.

RAMDANI Mohamed

Remerciements

Nous voulons tout d'abord adresser toute nos gratitudes au directeur de ce mémoire, Dr. AMARI M. pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexion et aussi au co-encadreur Dr. BOUKORTT H. qui nous a suivis dans l'entreprise durant notre stage pratique et dans l'enrichissement de notre mémoire.

Nous tenons à saisir cette occasion et adresser nos profonds remerciements et nos profondes reconnaissances aux responsables et au personnel de l'Université de MEDEA,

Nous désirons aussi remercier les professeurs de l'Université de Médéa, qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires

Un grand remerciement aux personnels de l'entreprise nationale du plastique et du caoutchouc ENPC de CHLEF, surtout le personnel de l'atelier de l'usinage, le chargé de personnels et le chargé de sécurité industrielle,

Un grand merci à nos mères et nos pères, pour leur amour, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique, qui nous ont permis de réaliser les études que nous voulons et par conséquent ce mémoire

Pour GASMI Youcef, un remerciement spécial à ma femme AMINA qui m'a encouragé pour continuer mes études et m'a aidé et m'a supportée,

ملخص :

تستخدم العديد من شركات إنتاج السلع الصناعية عمليات وتقنيات جديدة لضمان استمراريتها في الاقتصاد ، هذه التقنيات لها تأثير على العاملين في ورشات الإنتاج الخاصة بها ، فهؤلاء العمال يعرضون أنفسهم لأخطار ومخاطر متعددة من بين هذه المخاطر عدم الراحة في ورشات الانتاج ، على وجه التحديد الضجيج الرؤية و الحرارة في العمل،

كانت دراستنا على راحة العمال في وحدة المعالجة على مستوى الشركة الوطنية للبلاستيك والمطاط الكائنة في واد سلي شلف ،

و كان هدفنا الحصول على تشخيص للراحة في الداخل، من خلال رسم بطاقات بيانية للتوزيع الكمي العناصر الثلاث؛ الضوضاء والإضاءة ودرجة الحرارة في الورشة،

بعد البحث على مراسيم تنظيم الراحة في العمل ، أصبح لدينا تشخيص حقيقي للراحة في الورشة ووجدنا الفجوة بين واقع الراحة والمراسيم المنضمة لراحة العمال في الورشات ،

في النهاية قدمنا مقترحات كحلول لمشكلة الراحة في العمل من أجل التوافق مع هذه المراسيم.

Résumé :

Plusieurs sociétés industrielles de production des biens utilisent des procédés et des technologies nouvelles pour garantir leur survie dans l'économie, ces derniers ont une influence sur le personnel dans ses ateliers de production. Ces travailleurs s'exposent aux multiple dangers et risques parmi ces risques le non confort dans les ateliers, précisément le confort acoustique, la vision et le confort thermique.

Notre travail était sur le confort des travailleurs dans une unité d'usinage au niveau de l'entreprise nationale du plastique et du caoutchouc située à Oued Sly CHLEF.

Notre objectif est d'avoir un diagnostic sur le confort dedans, par l'élaboration des cartes graphiques sur la répartition des trois grandeurs physiques : le bruit, l'éclairage et la température dans l'atelier.

Après une recherche sur la réglementation du confort au travail on a fait un diagnostic réel sur le confort dedans et on a trouvé l'écart entre la réalité du confort et la réglementation.

A la fin on a donné des propositions comme solutions des problèmes du confort au travail afin d'être adéquat avec la réglementation.

Abstract:

Several industrial goods-producing companies use new processes and technologies to ensure their survival in the economy, which influence the staff in their production workshops. These workers are exposed to multiple dangers and risk among these risks the non-comfort in the workshops, specifically acoustic comfort, vision and thermal comfort.

Our work was on the comfort of workers in a machining unit at the level of the national plastic and Rubber Company located in Oued Sly CHLEF.

Our goal is to have a diagnosis of comfort inside, by developing graphics cards on the distribution of the three physical quantities: noise, lighting and temperature in the workshop.

After researching the regulation of comfort at work, we made a real diagnosis of comfort in it and we found the gap between the reality of comfort and the regulations.

At the end we gave proposals as solutions to the problems of comfort at work in order to be adequate with the regulations.

Table des Matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Table des matières

I. Introduction générale 1

Chapitre I : Généralités sur l'ambiance au travail, lumière, son et température

I.1. Le bruit et le son 4

I.1.1.Paramètre des phénomènes acoustiques 4

I.1.1.1. définition et origines des phénomènes acoustiques 5

I.1.1.2. Nature de l'onde acoustique 6

I.1.1.3. Intensité acoustique 7

I.1.1.4 .Le niveau de pression acoustique 7

I.1.2.L'oreille et l'audition 8

I.1.2.1. L'oreille externe 9

I.1.2.2. Oreille moyenne 10

I.1.2.3.L'oreille interne 11

I.1.3.Dangers et effets d'exposition au brui sur la santé 12

I.1.3.1.Effets non auditifs du bruit sur la santé 12

a. Bruit et troubles du sommeil 12

b. Bruit et maladie cardiovasculaire 13

I.1.3.2. Effet traumatique sur le système auditif 13

a. Fatigue auditive 13

b. Surdité 13

I.1.4.Evaluation de l'audition 14

I.1.4.1.Acoumétrie 14

I.1.4.2.L'audiométrie 14

I.1.5.Le bruit industriel 15

I.1.5.1.Définition du bruit industriel 15
I.1.5.2.Types de bruit industriel 15
a. Bruit continue 15
b. Bruit impulsive 16
c. Bruit tonale 16
I.1.6. Mesure de bruit 16
I.1.6.1.Le principe de fonctionnement des sonomètres : le microphone 16
I.2.La lumière et la vision 18
I.2.1.Introduction 18
I.2.2.définitions 19
I.2.3. Nature de la lumière 20
I.2.4.la vision et l'appareil oculaire 22
I.2.4.1. Anatomie de l'œil 24
I.2.5.Les grandeurs photométriques de base 25
I.2.5.1. Flux lumineux 25
I.2.5.2.Intensité lumineuse 25
I.2.5.3. Éclairement 26
I.2.5.4. Luminance 26
I.2.6. effet de la lumière sur le la santé des travailleurs 27
I.2.6.1. Effets sur les tissus oculaires 27
a. Rayonnement ultraviolet 28
b. Rayonnements visible et infrarouge 28
c. Rayonnement infrarouge B et C 29
I.2.6.2. Effets cutanés 29
a. Rayonnement ultraviolet 29
b. Rayonnement infrarouge 29
I.2.7.effet de la lumière sur le rendement du travail 29
I.3. La température 31
I.3.1.Définitions 31
I.3.2. les classes d'unités de mesure de température 31
I.3.2.1.Échelles thermodynamiques ou absolues 32
I.3.2.2.Échelles dérivées 32

I.3.2.3. Échelles Internationale de Température (EIT 90) 32
I.3.3. la température et le corps humain 35
I.3.3.1. Température normale du corps humain 35
I.3.3.2. Thermoregulation 36
I.3.3.3.Homéothermie 36
I.3.3.4. Hyperthermique au corps 36
I.3.3.5.Hypothermie 37
I.3.3.6. Hypothermique au corps 37
I.3.4. production de la chaleur dans les ateliers industrielles 39
I.3.5.la relation chauffage ventilation 39
I.3.6. la relation température incendie 39
I.4. Les capteurs 40
I.4.1.Qu'est-ce qu'un capteur 40
I.4.2. Introduction 40
I.4.3. Principales caractéristiques des capteurs 40
I.4.4. Différents types de capteurs 41
I.4.4.1. Le capteur de lumière (LDR) 41
a. Circuit de conditionnement 42
b. Principe de fonctionnement 42
c. Application 42
d. Ces Avantages 43
I.4.4.2. Le capteur de Température 43
a. Le capteur de Température LM35 43
b. Caractéristiques du capteur de température LM 35 44
b.1 Brochage du LM35 45
I.4.5.Conclusion 45

Chapitre II : Etude de cas (usine ENPC)

II.1. Présentation de l'usine 48
II.2. Les spécialités de la société 48
II.3. Les différentes installations 48
II.4. présentation de l'atelier de façonnage et finition 49
II.5. Etude de l'art pour l'unité de maintenance 51

II.5.1.la cartographie du son dans l'atelier 53
II.5.2. la carte de répartition de l'éclairage dans l'atelier 57
II.5.3.la carte de répartition de la température dans l'atelier 64
II.6. la réalité de la protection des travailleurs dans l'unité en matière d'EPI et EPC 66
II.6.1.Le bruit 66
II.6.2.l'éclairage 68
II.6.3.la température 68
Chapitre III: Réglementation et comparaison avec la réalité
Parie une : réglementation 70
III-1 réglementation du bruit 70
III-1-1 introduction 70
III-2-2 La directive 70
III-1-3 Règle de la réglementation 71
III-3-4 Résumé de la réglementation dans des tableaux 72
III-2 Réglementation de l'ambiance thermique 75
III-2-1 Introduction 75
III-2-1 Définition 75
III-2-3 Qui est concerné 76
III-2-4 Obligation de la réglementation 76
Partie deux : L'écart entre la réglementation et la réalité dans l'atelier 79
Conclusion générale et recommandations 80
Bibliographie 81

Liste des abréviations

C : point de congélation sous p.a.n

(°C) : degré Celsius

dB : décibel

ENPC : L'entreprise nationale des plastiques et des caoutchoucs

E(lx): Éclairement

EPI : Equipements de protection individuelles.

EPC : Equipement de protection collectives.

(EIT 90) : Échelles Internationale de Température

***f*: La la fréquence**

(°F) : degré Fahrenheit

F : point de fusion sous p.a.n

I: l'intensité acoustique

(lm): Flux lumineux

(K) : Kelvin

L_P : le niveau de pression acoustique

P : La pression acoustique (exprimé en pascal ou Pa)

Pa : pascal

(°R) : degré Rankin

SST : Sauveteur Secouriste du Travail

T : période

Tr : point triple

V : La vitesse particulaire

λ : La longueur d'onde

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Les points fixes de température……..……....34

Tableau I.2 : Brochage du capteur……..……...…46

Tableau III.1 : les valeurs de ces seuils pour chacun des deux paramètres d'exposition…….73

Tableau III.2 : les actions requises lorsque les seuils sont dépassés…….…….74

Liste des figures

FigI.1. Longueur d'onde…….....…….……05

FigI.2.Un coupe schématique de l'oreille…….…….....08

FigI.3.sensation de luminosité spectrale relative et effet mélanopique 20

FigI.4. composition spectral d'une lumière blanche Traversant un prisme……..…...21

FigI.5. Longueur d'onde…….....23

FigII.6. Les couleur des ondes électromagnétiques……..23

FigI.7. L'anatomie de l'œil……...……...25

FigI.8. relations des paramètres d'éclairage …….27

FigI.9. Absorption du rayonnement ultraviolet par les différents milieux oculaires……28

FigI.10. Capteur LDR Photorésistance……..…...…….41

FigI.11. Symbole d'une photorésistance……..…….....42

FigI.12. Capteur de température…….....44

FigI.13. Brochage du LM35……..……..45

FigII.1. quelque photo des machine qui se trouvent dans l'atelier…….....50

FigII.2.la carte graphie de la répartition de machines dans l'atelier…….52

FigII.3.(a) Fraiseuse verticale,(b) valeur obtenu pour la fraiseuse verticale…….53

FigII.4.(a) Scie mécanique, (b) valeur obtenu pour le scie mécanique…….....54

FigII.5.(a) Machine de tour ,(b) valeur obtenu pour le tour 1…….54

FigII.6. (a) Tour 2, (b) valeur obtenue pour le Tour 2…….....55

FigII.7.(a) Mortaiseuse ,(b) Valeur obtenue pour la mortaiseuse…….....55

FigII.8.la carte graphie de la répartition de son dans l'atelier…….....56

FigII.9. l'éclairage plafonnier de l'atelier…….....57

FigII.10.(a) Fraiseuse verticale , (b) Machine de tour 1…….....58

FigII.11.valeur obtenue pour le (a) et (b)…….....58

FigII.12. (a) Scie mécanique, (b) valeur obtenu pour le sci mécanique……..……....59

FigII.13.(a) Mortaiseuse, (b) Valeur obtenue pour la Mortaiseuse……..……...59

FigII.14.(a)et(b) Les fours……..…….....60

figII.15. Valeur obtenue pour les fours……..60

FigII.16. Les portes lampes orientable attachée à chaque machine…..…….....61

FigII.17.la carte graphie de la répartition de l'éclairement dans l'atelier…….....63

FigII.18.la carte graphie de la répartition de température dans l'atelier……..….....65

Fig II.19. Casque anti bruit…….....67

Fig II.20.Les bouchons d'oreilles …….....67

Introduction Générale

Introduction générale

Dans ses activités, l'homme utilise de plus en plus des produits élaborés, des machines évoluées, des systèmes complexes et de nouveau mode de travail.

En même temps il doit être mieux protégé dans son poste et doit mieux préserver sa santé, ce qui oblige les entreprises d'intégrer une politique de sécurité prendre en compte tous les aspects qui ont une influence sur la santé des travailleurs et le rendement de travail.

Parmi les facteurs qui ont une grande importance sur l'ambiance des travailleurs et par conséquences sur le rendement de travail, on trouve la qualité de l'éclairage, le bruit et la température dans les ateliers de travail.

La recherche et l'amélioration des conditions de travail pour maîtriser l'ambiance au travail serai une obligation juridique vis-à-vis l'état dans le but de préserver la santé et aussi une obligation économique vis-à-vis l'entreprise dans le but d'améliorer le rendement des travailleurs pour préserver la survie économique de l'entreprise.

L'objet de ce projet s'agit d'une part de chercher les facteurs qui ont une relation avec cette ambiance et les améliorer dans le cadre de la réglementation et les capacités de rendement des travailleurs selon leurs expériences et leurs âges. D'autre part à maîtriser les risques liés à l'insuffisance de l'ambiance dans les ateliers de travail, tels que les accidents de travail et les maladies professionnelles.

La réalisation de ce projet s'est déroulée en plusieurs étapes. Nous avons présenté dans le premier chapitre des généralités sur l'ambiance au travail liées au trois facteurs, son, éclairage et température dans les ateliers de travail.

On a décrit scientifiquement pour chaque facteur, son appareil physiologique dans le corps humain, les grandeurs physiques de chaque facteur, l'influence d'excès et d'insuffisance de chaque facteur sur le corps humain.

Ensuite on a présenté l'atelier de maintenance concerné par notre étude en général en suite en détail basant sur la répartition des facteurs de l'ambiance dans l'atelier.

Dans le deuxième chapitre en a élaboré des cartes graphiques des trois facteurs dans l'atelier par l'utilisation des capteurs spécifiques, par conséquent on va avoir la situation réelle de

l'ambiance dedans. On parle aussi de la dotation vestimentaire de protection des travailleurs et des mesures de protection collectives afin d'attendre cette ambiance.

Dans le dernier chapitre et après qu'on a parlé sur les normes internationales de l'ambiance aux ateliers on a fait une comparaison entre ces normes et la réalité dans l'atelier.

En fin de compte et après qu'on a toutes ces données on a essayé de donner des solutions pour l'amélioration de l'ambiance dans l'atelier comme conclusion.

Chapitre *I* :

Généralités sur l'ambiance au Travail : lumière, son et température

Chapitre I : Généralités sur l'ambiance au travail : lumière, son et température

I.1. le son et le bruit

Le bruit

L'industrie actuelle nécessite des machines, des procédures, des méthodes qui produisent des sons nuisibles pour la santé des travailleurs surtout quand il s'agit d'un durée très longue d'exposition au bruit. Les travailleurs les plus concernées par ces expositions au bruit sont les ouvriers des bâtiments, les ouvriers de la métallurgie, les travailleurs à la Chaîne et les techniciens de maintenance (le cas de notre atelier).

Donc le bruit constitue une nuisance présente dans de nombreux secteurs professionnels, une exposition à des niveaux sonores élevés pouvant affecter le système auditif. La réglementation impose aux employeurs de la mise en œuvre de déférentes mesures visant à protéger les travailleurs exposés. Ces mesures sont de nature technique ou organisationnelle. La réduction de bruits par modification des caractéristiques acoustique des locaux, par changement des méthodes de travail, par choix d'équipement moins bruyant, par modification de l'organisation de travail, par mise en place des systèmes de réduction du bruit. La mise en œuvre de ces mesures est progressive, selon le dépassement du seuil réglementaire.

I.1.1. Paramètres des phénomènes acoustiques :

I.1.1.1. Définition et origine des phénomènes acoustiques :

Le son a pour origine des vibrations mécaniques se produisant dans un milieu élastique, solide, liquide ou gazeux, ces vibrations donnent naissance à des perturbations qui vont se propager dans le milieu.

C'est par l'air que le son arrive à nos oreilles. La propagation dans l'air crée une vibration temporelle et spatiale de pression qui se transmet de proche en proche. Cette vibration de

pression, appelé pression acoustique P exprimée en Pascals (Pa), est la déférence entre la pression atmosphérique au lieu et à l'instant où se produit la perturbation, et la pression atmosphérique existante avant la perturbation.

Les sons audibles par l'homme sont générés par des fréquences vibratoires (Nbre de cycle par seconde) comprises entre 20 et 20000 Hz. Les infrasons produits par exemple lors d'une avalanche, correspondent à des fréquences émises inférieurs à 20 Hz, et les ultrasons, qui peuvent être émises ou reçus par des dauphins et les chauves-souris, sont caractérisés par des fréquences supérieures à 20000 Hz. Les ultrasons ne sont pas nocifs pour l'homme alors que les infrasons peuvent affecter notre santé.

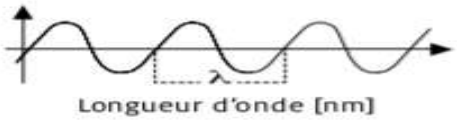
La hauteur d'un son dépend de la fréquence : on distingue les sons graves correspondants aux basses fréquences (20 à 200 Hz), les sons médiums à des fréquences (200 à 2000 Hz) et les sons aigus aux hautes fréquences (2000 à 20000 Hz).

Le bruit est un mélange de sons ayants des fréquences et des hauteurs très déférentes. Il est souvent défini comme « une sensation auditive désagréable ou gênant »

On trouve deux principales sources sonores : les sources ponctuelles ou omnidirectives dont l'onde sonore se propageant dans toutes les directions et des sources linéaires telles qu'une route à grande circulation.

I.1.1.2. Nature de l'onde acoustique :

Au voisinage de la source vibratoire, les molécules du milieu oscillent autour de leur position d'équilibre, ce mouvement se superposant au mouvement d'agitation thermique, cette oscillation, qui se fait sans déplacement de la matière, peut être représentée en fonction du temps par une courbe sinusoïdale **[1]**, (figure I.1)



FigI.1. Longueur d'onde

L'onde est ainsi caractérisé par :

- Son *amplitude A* qui est la valeur maximale de l'élongation dans un sens ou un autre ;
- Sa *vitesse particulaire v* = d*a*/d*t*, étant l'élongation pendant l'intervalle de temps d*t ;*

- Sa *période T* qui est le temps en secondes écoulé entre deux passages de la molécule à la même position dans le même sens ;
- Sa *fréquence f* qui est le nombre d'oscillations par seconde des molécules d'air autour de leur position d'équilibre ou encore le nombre de périodes par seconde exprimée en hertz :

$$f = \frac{1}{T} \qquad \text{(I.1)}$$

- Sa *pulsation* ω en radians par seconde (rad/s) définie comme le produit de la fréquence par 2π. A tout instant, le déplacement d'un point du milieu (*a*) *en fonction du temps t* est déterminé par :

$$a = A \sin \omega t \qquad \text{avec } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \qquad \text{(I.2)}$$

I.1.1.3. Intensité acoustique [1]:

L'intensité acoustique *I* est l'énergie qui traverse une surface unitaire *S* perpendiculaire à la direction des ondes sonores par seconde. Elle est exprimée en watts par mètre carré ($W.m^{-2}$) :

$$I = \frac{E}{St} = \frac{Pw}{S} \qquad \text{(I.3)}$$

L'intensité acoustique I_0 de référence correspondant au seuil d'audibilité est de 10^{-12} $W.m^{-2}$, celle correspondant au seuil de la douleur est d'environ 1 $w.m^{-2}$. L'intensité acoustique diminue avec la distance *r* à la source puisqu'elle est répartit sur une plus grande surface. Pour une source ponctuelle placée dans un milieu infini. L'intensité est répartie sur des fronts d'ondes sphériques de rayon r et de surface $4\pi r^2$. L'intensité moyenne I_m est égale à :

$$I_m = \frac{Pw}{4\pi r^2} \qquad \text{(I.4)}$$

Dans le cas d'une source linéaire, les fronts d'onde ont une forme cylindrique dont la source constitue l'axe commun. L'énergie sonore à une distance *r* à la source est proportionnelle à 1/*r* et à *P*w la puissance par unité de longueur de la source :

$$I_m = \frac{Pw}{4\pi r} \qquad \text{(I.5)}$$

(A quelques kilomètres, la source linéaire peut être cependant considérée comme une source ponctuelle)

I.1.1.4.Le niveau de pression acoustique :

La pression acoustique (exprimé en pascal ou Pa) correspondant au champ audible de l'homme est très faible devant la pression atmosphérique, bien quelle varie à 1000 Hz de 2 x

10^{-5} Pa à 20 Pa, soit d'un facteur de 10^6. Une échelle logarithmique à été crée pour réduire ces ordres de grandeur, ce choix étant également justifié par le fait qu'il a été montré, par des testes d'écoute réalises dans une pièce totalement insonorisée, que la pression auditive varie comme le logarithme décimal de la pression acoustique ou de l'intensité, dans cette échelle logarithmique (logarithmes décimale) le niveau d'intensité acoustique (L_I) traduit le rapport d'intensité I émis sur une intensité de référence I_0 correspondant à l'intensité acoustique minimum pour recevoir un son pur à 1000 Hz ($I_0 = 10^{-12}$ W . m^{-2}).

De même, le niveau de pression acoustique (L_P) traduit le rapport de la pression acoustique P produit sur la pression de référence P_0 (p_0 = 2 x 10^{-5} Pa) correspondant à I_0.

Ces rapport logarithmique sont exprimés en bels et décibels sont sous-multiple (dixième du bel). Le Bel (B) et le décibel (dB) sont donc des unités sans dimension.

Lorsque l'intensité d'un son augmente d'un facteur 10 on dit que l'intensité augmente d'1B, lorsque l'intensité du son augmente d'un facteur de $10^{0.1}$, soit d'un facteur de 1,26 en intensité, on dit que l'intensité augmente de 1dB. Le niveau d'intensité sonore L_I couramment évalué en décibels plus utilisables que le Bel est ainsi défini par :

L_I (en dB) = 10lg I / I_0 = 10 lg $I/10^{-12}$

(Le facteur 10 vient de la conversion des bels en décibels) [1]

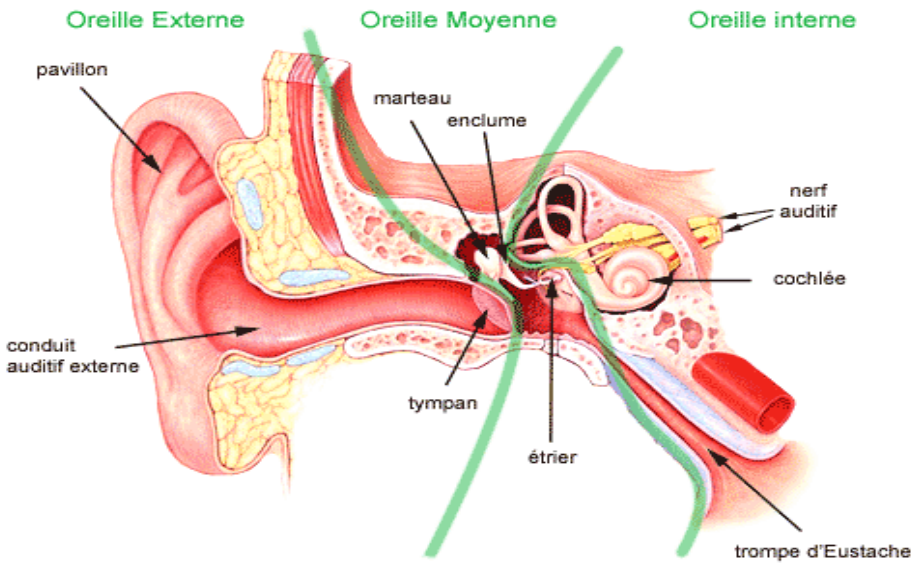
I.1.2.L'oreille et l'audition :

L'oreille est un organe très complexe qui comprend non seulement les éléments nécessaires à l'audition mais aussi des récepteurs de la sensibilité à la pesanteur

et à l'accélération constituant l'appareil vestibulaire, seule la physiologie de l'audition sera abordée avec une description succincte de l'anatomie de l'oreille. [1]

On distingue trois parties de l'oreille : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

Un coupe schématique de l'oreille montre les composant de chaque partie d'oreille :



FigI.2. Un coupe schématique de l'oreille

I.1.2.1.L'oreille externe:

Elle comprend le pavillon, le conduit auditif externe et le tympan qui sépare l'oreille externe de l'oreille moyenne.

Le pavillon relié à la paroi latérale de la tête présente des saillies et des dépressions autour d'une cavité, *la conque* au fond laquelle s'ouvre le conduit auditif externe. Le pavillon constitué de fibrocartilage est peu musclé chez l'homme et est presque immobile. Le canal auditif externe, long de 25 mm, à une paroi fibrocartilagineuse dans ses tirs externes, et osseux dans les deux tiers internes.

La muqueuse de la partie cartilagineuse est recouverte de poils fins qui retiennent les corps étrangère et elle contient des glandes sébacées et des glandes cérumineuses formant du cérumen, mélange de graisse et de sueur.

Le tympan, qui ferme en profondeur le canal auditif externe est une mince membrane fibreuse (1/10 de mm) à peu prés circulaire d'un diamètre d'une dizaine de millimètre inclinée à 45^{o} sur l'horizontale, sa face externe concave étant orientés en bas et en avant. Les fibres entrecroisées du tympan ont des longueurs et des tensions différentes qui font que le tympan n'a pas de fréquence propre de vibration, et peut ainsi transmettre sans renforcement particulier toutes les vibrations reçues**[1]**.

I.1.2.2 Oreille moyenne:

Elle comprend des cavités creusées dans le rocher du temporal et communiquant entre elle ; ce sont vers l'avant la trompe d'Eustache, au centre de la caisse du tympan, et vers l'arrière les cavités mastoïdiennes.

La trompe d'Eustache est un conduit qui fait communiquer l'avant de la caisse du tympan avec le rhino-pharynx. Longue de 4 cm, elle présente une partie osseuse (un tiers de sa longueur) vers la caisse et une partie fibrocartilagineuse vers le rhino-pharynx. à chaque déglutition, elle s'ouvre sur le rhino-pharynx, ce qui permet de maintenir dans la caisse une pression égale à la pression atmosphérique. La caisse du tympan est séparée du canal auditif externe par le tympan et de l'oreille interne par une paroi présentant d'une partie vers la haut un petit orifice la *fenêtre ovale* et d'une part, en dessous, un petit orifice, la *fenêtre ronde* fermé par une mince membrane désigné par tympan secondaire. L'intérieure de la caisse de tympan comprend une chaine de trois osselets articulés entre eux et liées au paroi de la caisse du tympan par des petites ligaments. Ce sont le marteau solidaire du tympan, l'enclume qui s'articule avec le marteau et avec le troisième osselet, l'étrier qui ferme avec ligament annulaire l'orifice de la fenêtre ovale.

Les cavités mastoïdiennes présentent des diverticules de la caisse vers l'arrière.

La chaine des osselets transmis les vibrations de la membrane du tympan à la fenêtre ovale. Cette transmission se fait par l'intermédiaire du manche du marteau, avec un mouvement de bascule qui détermine un déplacement de l'étrier qui s'enfonce dans la fenêtre ovale et presse sur la périlymphe, liquide de l'oreille interne, lorsque un bruit est supérieure à 85 dB et dure plus d'une seconde, les muscles des osselets se contractent et diminuent les vibration ; c'est le reflexe dit stapédien. La perforation du tympan ou de la destruction partielle de l'osselet ne conduit pas à une surdité complète si l'étrier continue à fonctionner. Par ailleurs les vibrations sonores peuvent être transmises au liquide de l'oreille interne par les os du crâne **[1]**.

I.1.2.3.L'oreille interne :

de complexité structurelle extrême, l'oreille interne est appelé *labyrinthe*, elle comprend trois parties : les anneaux semi-circulaires, le vestibule et le limaçon, ces trois éléments ont une

paroi osseuse (*labyrinthe osseux*) une paroi membraneuse (*labyrinthe membraneuse*) contenant un liquide, l'*endolymphe,* et séparée du labyrinthe osseux par un liquide, la *périlymphe.*

Les canaux semi-circulaire, disposé dans trois plans perpendiculaires sont trois galeries cylindriques s'ouvrant chacune dans les vestibules par leurs extrémités dont l'une, l'*ampoule,* et dilatée et renferme la terminaison sensorielle du nerf vestibulaire. La cavité osseuse du vestibule, partie moyenne, communique avec la caisse du tympan par la fenêtre ovale, et dans sa partie antérieure grâce à des petits pertuis elle communique avec le *conduit auditif interne,* canal occupé par des nerfs de l'oreille ; elle présente aussi l'orifice de l'*aqueduc du vestibule,* (canal osseux très étroite s'ouvrant dans la cavité crânienne) et vers la partie postérieure et supérieure les orifices des canaux semi-circulaire. Le vestibule membraneux se compose de deux poches l'*utricule* où prennent naissance les canaux semi-circulaires et les saccules.

Le limaçon ou cochlée qui prolonge en avant le vestibule, a la configuration d'une coquille d'escargot ; c'est un conduit qui s'enroule autour d'un axe osseux, conique et creux, la *columelle,* en décrivant deux tours et demi d'une spire qui va en s'amincissant et qui est fermée à son extrémité. Le limaçon osseux est subdivisé en deux étages ou *rampes* par une lame mi-osseuse, mi-membraneuse qui s'étend de la base jusqu'au sommet et qui est appelée *lame spirale.* L'étage supérieure ou rampe *vestibulaire* communique avec la cavité du vestibule et se termine au voisinage de la fenêtre ovale. L'étage inférieure ou *rampe tympanique* communique avec la caisse du tympan par l fenêtre rond, c'est dans la rampe vestibulaire membraneuse du limaçon que se trouve l'organe sensoriel, le *canal cochbélaire,* de section triangulaire.

Il repose sur la lame spirale qui le sépare de la rampe tympanique. Sa paroi inférieure supporte l'organe sensoriel désigné par l'*organe de Corti.* On y trouve des cellules de soutien et des cellules auditives dont le sommet porte une vingtaine de cils courts et rigides et dont la base reçoit les expansions du nerf acoustique. On compte environ 25000 fibres nerveuses et 30 à 40000 cellules sensorielles chaque fréquence perçue correspond à des cellules spécifiques. Les sons de hautes fréquences sont reçus à proximité de la fenêtre ovale et les sons de basse fréquence à l'autre extrémité de la membrane basilaire.

Les sacs membraneux de l'oreille interne est complètement clos mi le liquide au milieu duquel il est immergé, la périlymphe, communique avec le liquide céphalorachidien par un minuscule canal, l'*aqueduc cochléaire.*

Par la fenêtre ovale, les vibrations de la chaine osselets génèrent des oscillations à la périlumphe qui se communique à l'endolymphe à travers la paroi du labyrinthe membraneux. Ces oscillations excitent les récepteurs de l'organe de Corti qui transforment, par l'intermédiaire des cils des cellules auditives, les vibrations sonores en influx nerveux. Ainsi les liquide de l'oreille interne sont indispensables à l'audition, l'écoulement de la périlymphe par la fenêtre ovale conduisant à la surdité. Comme mentionné, le labyrinthe postérieur contrôle l'équilibre. Le nerf cochléaire qui part de limaçon et le nerf vestibulaire se réunissent pour former le nerf cochléovestibulaire ou nerf auditif qui chemine dans le conduit auditif interne.

La membrane basilaire de l'oreille interne analyse les signaux dans différentes plages de fréquences, appelées *bande critiques*, devisé arbitrairement en 24 bandes adjacentes chacune correspondant à environ un tiers d'octave.

La destruction des cellules sensorielles entraine une surdité bilatérale totale. Si le nerf auditif est sain, la surdité peut être partiellement traitée par un implant cochléaire (électrode placée au voisinage du nerf transformant un signal sonore en un signal électrique)**[1].**

I.1.3. Dangers et effets d'exposition au bruit sur la santé:

Au cours des dernières décennies, la préoccupation qui concerne les effets sanitaires liés au bruit et le développement et la maturation du système auditif ont fait l'objet de nombreuses études.

L'exposition à un bruit continu de 85-90 dB, en particulier sur une durée de vie dans des environnements industriels, peut entraîner une perte progressive d'audition, avec une augmentation du seuil de sensibilité auditive.

I.1.3.1.Effets non auditifs du bruit sur la santé

a. Bruit et troubles du sommeil

L'exposition aux bruits peut engendrer des changements dans les périodes du sommeil et en nombre de réveils. Une perturbation objective du sommeil est susceptible de se produire s'il y a plus de 50 événements de bruit par nuit avec un niveau maximum de 50 dB à l'intérieur ou

plus. En fait, il existe une faible association entre les niveaux de bruit extérieur et les perturbations du sommeil.

L'exposition au bruit pendant le sommeil peut augmenter la pression sanguine, la fréquence cardiaque et l'amplitude du pouls des doigts ainsi que les mouvements du corps. Il peut y avoir aussi des séquelles pendant le lendemain du sommeil perturbé; la qualité du sommeil perçu, l'humeur et la performance en termes de temps de réaction ont tous diminué suite au sommeil perturbé par le bruit de la circulation routière. Des études sur la réduction du bruit montrent que, en réduisant le niveau de bruit intérieur, la somme du sommeil REM et du sommeil lent peut être augmentée.

b. Bruit et maladie cardiovasculaire :

b.1. Réponses physiologiques à l'exposition au bruit: L'exposition au bruit provoque un certain nombre de réponses physiologiques à court terme prévisibles méditée par le système nerveux autonome.

L'exposition au bruit provoque une activation physiologique, y compris une augmentation de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle, une vasoconstriction périphérique et donc une augmentation de la résistance vasculaire périphérique. Il y a une accoutumance rapide pour briser l'exposition au bruit, mais l'habitude du bruit prolongé est moins certaine.

b.2. Réponse endocrine au bruit: L'exposition au bruit de haute intensité dans l'industrie a été liée dans certaines études aux niveaux élevés de noradrénaline et d'adrénaline. Dans une étude, la sécrétion de catécholamine a diminué lorsque les travailleurs portaient une protection auditive contre le bruit. Certaines études, mais pas toutes, ont montré une augmentation du cortisol par rapport au bruit. Le schéma général des réponses endocrines au bruit est indicatif du bruit en tant que facteur de stress, des réponses physiologiques passionnantes à court terme, mais il existe des incohérences entre les études.

I.1.3.2.Effet traumatique sur le système auditif :

Pour une journée de travail (8 heures), on considère que l'ouïe est en danger à partir de 80 dB(A). Si le niveau de bruit est supérieur, l'exposition doit être de plus courte durée. Si le niveau est extrêmement élevé (supérieur à 135 dB(A)), toute exposition, même de très courte durée, est dangereuse. Les effets sur la santé peuvent être multiples.

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

-Effets traumatiques à court terme (sifflement /bourdonnement (acouphènes)), dégradation transitoires de la perception des aigus et besoin d'une longue période de récupération
-Effets traumatiques à long terme (perte d'audition (la surdité de perception)) **[1]**.

a. Fatigue auditive:

A la suite d'une exposition à un bruit intense, on peut souffrir temporairement de sifflements d'oreilles ou de bourdonnements (acouphènes) ainsi que d'une baisse de l'acuité auditive. Cette fatigue auditive disparaît avec le temps si aucune nouvelle exposition au bruit ne survient. Le bruit est cause de fatigue auditive même sous les seuils d'action de la législation **[1]**.

b. Surdité :

L'exposition prolongée à des niveaux de bruits intenses détruit peu à peu les cellules ciliées de l'oreille interne. Elle conduit progressivement à une surdité irréversible.

L'exposition à certains solvants, dits autotoxiques, peut amplifier ce phénomène. Aujourd'hui, on ne sait pas soigner la surdité. L'appareillage par des prothèses électroniques se contente d'amplifier l'acuité résiduelle, il ne restitue pas la fonction auditive dans son ensemble. Son efficacité reste donc limitée. [1]

I.1.4.Evaluation de l'audition:

Plusieurs méthodes d'investigation comme l'acoumétrie, l'audiométrie, l'impédancemétrie et l'enregistrement des potentiels évoqués auditifs diffus permettent de détecter les surdités et l'évaluation de l'audience.

I.1.4.1.Acoumétrie : l'acoumétrie utilise principalement le « teste de voix chuchotée et forte » ou le teste d'une montre à aiguilles pour évaluer approximativement le degré de surdité

du patient ainsi que les teste au diapason qui permette de distinguer les surdités de transmission et de perception.

L'examen au diapason comprend deux modalités :

-Le teste de Weber effectué à l'aide d'un diapason posé sur le front, le patient indique l'oreille où il perçoit le son, Dans le cas d'audition normale, le son est perçu par les deux oreilles.

Dans le cas d'une surdité de transmission, le son est perçu par l'oreille la plus sourde et dans le cas d'une surdité de perception, le son est perçu par l'oreille la plus saine ;

- L'épreuve de Rinne effectuée en plaçant le diapason grave devant l'oreille à quelques centimètres du pavillon (évaluation de la conduction aérienne) et contre le mastoïde derrière le pavillon (évaluation de la conduction osseuse). Si le son est mieux perçu par voix osseuse, c'est une surdité transmission (Rinne négatif).

Si le son est mieux localisé en voie aérienne, c'est une surdité de perception.

I.1.4.2.L'audiométrie : plus précise que l'acoumétrie, permet d'estimer la perte de capacité auditive et de préciser la nature de surdité. Les spécifications d'audiométrie sont déterminées par la norme NF S 31-001. Ils doivent être au moins de classe 4. Il existe deux types d'audiométrie : l'audiométrie manuelle et l'audiométrie automatique.

On distingue l'audiométrie tonale et l'audiométrie vocale, ces deux techniques pouvant être complétées par une étude d'inpédancemétrie. Les différents tests sont réalisés dans une cabine insonore.[1]

I.1.5.Le bruit industriel :

I.1.5.1.Définition du bruit industriel:

Le bruit industriel est défini comme n'importe quel bruit émis par les unités industrielles (usine de métal, automobile, gazière et pétrolière). [2]

Comme l'a définit la Directive européenne 2002/49/CE [3], le terme « bruit industriel » est associé à la source sonore responsable de son émission. Le bruit industriel est donc le bruit « provenant de sites d'activité industrielle ». Il comprend donc les bruits d'installations

industrielles tels que les bruits de ventilation, de diverses machines, et de transformateurs par exemple.

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

Un site industriel est un système complexe car il intègre différents facteurs à prendre en compte [4], notamment :

- Il existe une grande diversité de sources de bruits industriels.

Plusieurs sources de bruit sont présentes sur un même site industriel et se combinent en induisant des bruits complexes émis dans l'environnement.

- Certaines sources sont permanentes (fonctionnant 24h/24) et émergent fortement la nuit à cause d'une diminution des autres activités.
- Des changements d'exposition au bruit peuvent apparaître suivant le déclenchement de certaines sources et/ou l'extinction d'autres sources.
- D'autres bruits d'origine industrielle peuvent également se distinguer par des caractères impulsionnels.
- Les bruits à tonalité marquée sont souvent présents sur un site industriel.
- Des modifications spectrales dues à la propagation du bruit entre la source et l'habitation sont à considérer, intégrant les effets météorologiques.

I.1.5.2.Types de bruit industriel : Il existe plusieurs types de bruit industriel tel que :

a. Bruit continue : Le bruit peut être continu lorsque la source vibre constamment [ISO 3483], il est produit par des machines qui fonctionnent sans interruption dans le même mode, par exemple, souffleurs, pompes et équipements de traitement. La mesure de quelques minutes avec un équipement portatif suffit pour déterminer le niveau de bruit.

b. Bruit impulsive : Ce type de bruit est générer lorsque la source est mise en vibration seulement pendant une courte période. Le bruit d'impulsion de courte durée est généralement généré par une libération de pression (impulsion) ou une collision d'objets solides (impact)[5].

L'Institut National Américain de Sécurité et de Santé au Travail (NIOSH) définit le bruit impulsif comme un bruit avec une forte augmentation et une désintégration rapide qui dure jusqu'à 1s au maximum. La plupart des chercheurs considèrent que le bruit est impulsif s'il

s'agit d'un seul pic de pression généralement dure en millisecondes en microsecondes sans tenir compte de l'intervalle intra-impulsionnel.

L'Administration Américaine de la Sécurité et de la Santé au Travail (OSHA) considère les bruits impulsifs comme continus si l'intervalle intra-impulsions est inférieur à 1 s. L'OSHA exige également que tous les bruits continus et impulsifs entre 80 et 130 dB soient incorporés

C. Bruit tonale : D'après la norme [ISO 1996-1, 2003], un bruit à caractère tonal est un « bruit caractérisé par une composante à fréquence unique ou des composantes à bande étroite qui émergent de façon audible du bruit ambiant «. De nombreuses machines industrielles émettent un bruit à caractère tonal, en particulier les tuyauteries et les machines basées sur un mouvement rotatif. Le bruit tonal émis par les grandes installations industrielles telles que les boîtes de vitesses ou les transformateurs de puissance électrique pose un grave problème environnemental à la communauté environnante.

I.1.6.Mesure de bruit :

Pour mesurer le bruit et ses descripteurs, on utilise des sonomètres portable tenus à la main, des chaines de mesure, des audio-dosimètre destinés aux travailleurs et des stations fixes de mesure, tous ces appareils ont pour capteur de la pression acoustique un microphone,

L'utilisation des sonomètres est fréquemment, c'est pour ça on explique le fonctionnement du sonomètre,

I.1.6.1. Le principe de fonctionnement des sonomètres : le microphone.

Le principe de fonctionnement du sonomètre peut être schématisé ainsi :

Microphone préamplificateur filtre pondérateur ou d'analyse amplificateur visualisation

Les microphones sont des transducteurs électroacoustiques transformant une énergie acoustiques en énergie électrique pouvant être amplifiée et reconstituée grâce à un circuit électrique, la réponse peut ensuite être lue directement en décibels sur un affichage analogique (vumètre à aiguille) ou numérique (écran à cristaux liquide par exemple) ou être visualisée sur l'écran d'un oscilloscope afin d'en déterminer la forme.

On distingue plusieurs types : microphone électrostatique à condensateur ou à électret, microphones électromagnétique à bobine mobile ou ruban et microphone piézo-électrique.

On va expliquer seulement le principe d'un microphone électrostatique à condensateur :

Microphone électrostatique à condensateur :

Ce type de microphone est fondé sur le principe d'un condensateur, dans lequel les ondes sonres font varie la distance entre les armatures (figure suivante), dans ce cas la membrane en métal très fin ou en plastique métallisé constitue l'une des armatures du condensateur, l'autre étant fixe.

Sous l'effet de la pression acoustique la capacité va donc varier. Ce type de microphone nécessite une polarisation des armatures, la charge Q du condensateur est constante est la variation de ça capacité C entraine une variation de la différence de potentiel U = Q/C entre ces bornes, dépendante des variations de pression acoustique. De grande quantité, ces microphones sont surtout utilisés en studio du fait de leur alimentation élevée (50 à 60 V).

I.2.La lumière et la vision

L'éclairage

Quarante pour cent de nos perceptions nous viennent de la vue et celle-ci dépend de la lumière qui vient impressionner notre rétine. S'il est important dans la vie courante de mettre l'œil dans les meilleures conditions pour qu'il puisse remplir sa fonction avec le maximum d'efficacité et le minimum de fatigue. Dans la vie professionnelle, nous devrons donner une très grande importance à un tel souci.

Un mauvais éclairage en effet doit être compensé par un effort des muscles oculaires qui deviennent vite fatigués. Ces effets supplémentaires obligent en outre à apporter à la tâche une attention plus grande et pour cette raison engendrent une tension nerveuse soutenue qui en augmente la charge.

Cette tension est encore plus importante quand il s'agit d'exécuter des travaux de précision ou encore des travaux qui demandent à la fois une grande dépense visuelle et une activité manuelle comme c'est le cas par exemple dans de nombreux montages électriques ou électroniques ou dans la petite mécanique. Dans notre atelier de maintenance, on va essayer de projeter ça sur des fonctions professionnelles dedans.

I.2.1.Introduction :

L'éclairage est un domaine d'application des connaissances scientifiques sur la lumière et la vision. Son objet est de concevoir et d'assurer un environnement lumineux optimal, adapté aux activités humaines. A la différence du bruit, l'éclairage n'est pas une nuisance, mais, dans l'ambiance de travail, un mauvais éclairage est un facteur potentiel de risque pour la sécurité et la santé. En effet, un éclairement inadéquat de la tâche et de l'environnement constitue un facteur de contrainte, générateur d'astreinte et de fatigue visuelle ; il augmente la charge de travail et contribue au stress professionnel.

Un bon éclairage, naturel ou artificiel est indispensable à la prise et au traitement de l'information visuelle. Un bon éclairage permet d'identifier les facteurs de risque et réduit la probabilité de fatigue visuelle et d'inconfort au travail ; il joue donc un rôle important dans la préservation de la santé et de la sécurité au travail.

Cependant, une définition satisfaisante du "bon éclairage" ne peut être proposée avant de savoir à quoi et à qui il va servir. En effet, un bon éclairage n'est qu'un "modulateur" environnemental au service de l'homme.

Dans cette optique, il est possible de définir un bon éclairage au travail en termes d'éclairage adapté aux :

- exigences visuelles de la tâche à effectuer,
- conditions temporelles du travail (durée de la tâche, variations du niveau d'éclairement, variations de l'état fonctionnel du travailleur),
- aptitudes visuelles des travailleurs.

De plus, un bon éclairage confère à l'environnement un caractère agréable et confortable.
A partir de ces exigences, il est possible de concevoir ou d'évaluer un bon éclairage en appliquant les connaissances psychophysiologiques sur la lumière et la vision aux activités humaines exercées dans diverses ambiances de travail. Dans cette perspective, le fichier ECLAIRAGE et VISION contient des recommandations visant à adapter l'environnement lumineux aux exigences visuelles des tâches ainsi que les avantages et les inconvénients des différents systèmes d'éclairage.

I.2.2. Définitions :

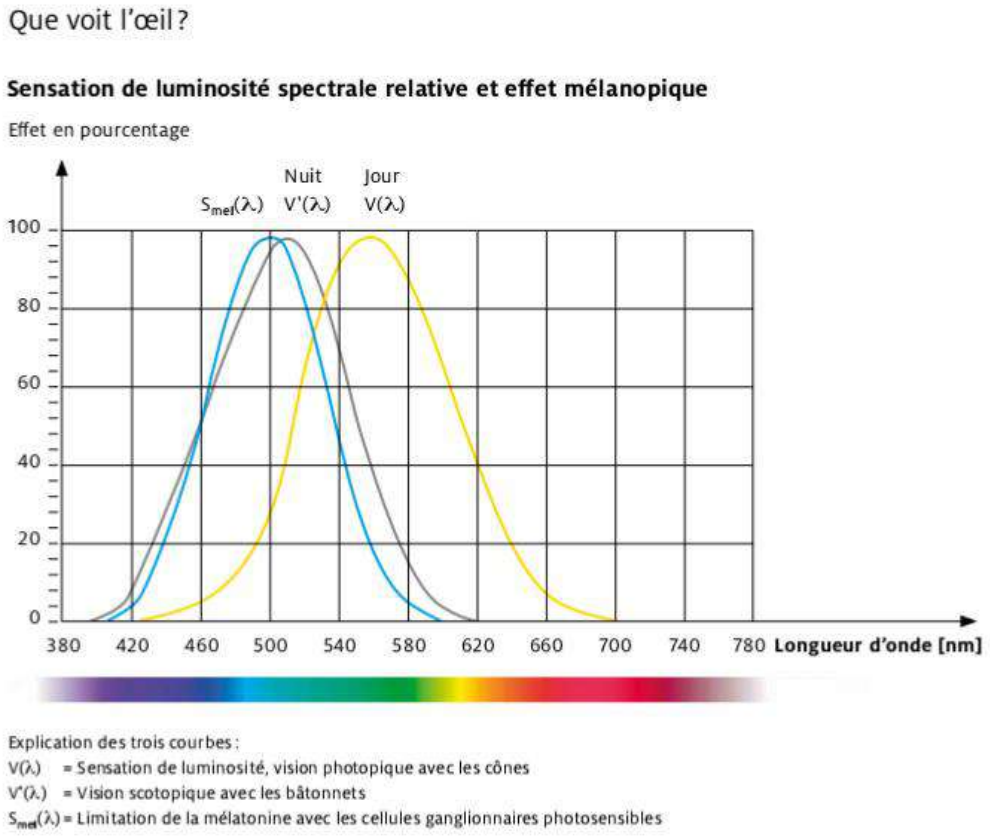
La lumière est la partie du rayonnement électromagnétique que nos yeux perçoivent. La plage des longueurs d'onde se situe entre 380 et 780 nm. Le jour, nous voyons des couleurs, la nuit par contre uniquement des nuances de gris.

La lumière est à la fois une entité physique, physiologique et psychologique ; physique, parce que la lumière est une forme d'énergie - l'énergie radiante, physiologique, parce qu'elle est le stimulus spécifique des récepteurs visuels et psychologique, parce qu'elle donne naissance aux impressions subjectives de lumière.

La lumière est l'énergie radiante capable d'exciter la rétine et de produire une sensation visuelle.

I.2.3. Nature de la lumière :

La lumière constitue une partie infime du large spectre des rayonnements électromagnétiques. Distribuées selon leur longueur d'onde ou leur fréquence, les radiations électromagnétiques s'étendent des rayons cosmiques aux ondes hertziennes (figure suivante).



FigI.3.sensation de luminosité spectrale relative et effet mélanopique

La lumière est la partie du spectre à laquelle les récepteurs visuels sont sensibles : le spectre visible.

Les rayonnements lumineux occupent un intervalle de longueurs d'onde de380.10^{-9} m à 770.10^{-9}m (de 380 à 780 nanomètres).

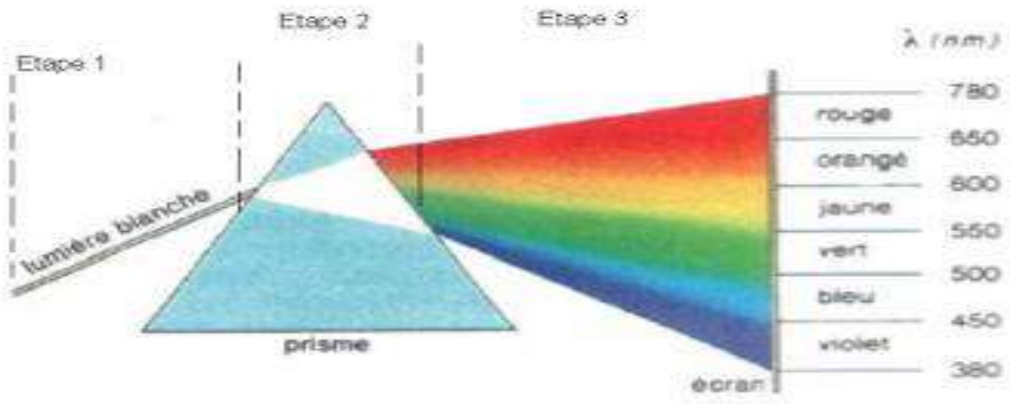
La lumière se propage sous forme d'ondes, en ligne droite à environ 300.000 km.s^{-1} dans le vide. Lorsqu'elle traverse un milieu transparent, cette vitesse diminue en fonction de l'indice de réfraction de ce milieu. Selon la théorie corpusculaire, l'énergie radiante est émise et absorbée sous forme de quanta d'énergie - les photons - qui activent les récepteurs rétiniens et donnent naissance aux sensations de lumière.

La lumière blanche correspond à une répartition de l'énergie lumineuse sur l'ensemble des longueurs d'onde du spectre visible. Lorsqu'une lumière blanche traverse un prisme, elle est

décomposée en ses longueurs d'ondes constitutives ; elles correspondent aux différentes sensations de couleurs (figure I.4). La gamme de longueur d'ondes à laquelle l'œil est sensible s'étend du violet jusqu'au rouge. Les longueurs d'onde plus courtes (ultraviolets) ou plus longues (infrarouge) sont invisibles.

L'œil humain constitue un capteur de lumière "passe bande" qui associe une sensation de couleur allant du violet au rouge à chaque longueur d'onde de cet intervalle.

Pour une même intensité lumineuse, la sensibilité de l'œil varie en fonction de la longueur de l'onde du rayon lumineux



FigI.4. composition spectral d'une lumière blanche Traversant un prisme

I.2.4. la vision et l'appareil oculaire :

Le système visuel de l'homme et l'un des systèmes les plus développés ; il est extraordinaire par la quantité et la qualité des informations qu'il nous fournit sur le monde. Un rapide coup d'œil suffit pour connaitre la position, la taille, la forme, la couleur et la texture des objets, soit qu'ils sont en place ou en déplacement (leur direction et leur vitesse relative).

Les récepteurs de cette lumière sont les photorécepteurs de la rétine qui est un tissu neuronal qui recouvre le fond de l'œil.

L'œil peut voir dans la plus faible lumière des étoiles, la nuit (vision scotopique), à la plus éclatante lumière du jour (vision photonique).

Et comme dans tous les systèmes neurosensoriels conscients, le traitement de l'information passe par trois étapes :

- Acquisition et transduction du signal physique (dans cette modalité sensorielle, c'est la lumière), après plusieurs opérations rétiniennes, en signal électrique, PA ; seul reconnu par le système nerveux,

- Transmission, traitement et codage de ce signal électrique.

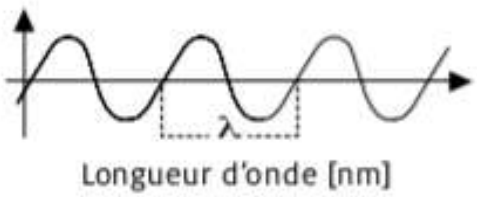
- Projection sur l'aire corticale correspondante, et perception de l'information.

Ce que l'on appelle (lumière) est la partie du rayonnement électromagnétique que perçoit l'œil humain, elle est comprise entre des longueurs d'ondes allant de 380 nm à 780 nm.

Alors la lumière est une partie extrêmement étroite du rayonnement électromagnétique dans lequel nous baignons, elle se déplace dans le vide à une vitesse de 300 000 km/s.

C'est est une onde électromagnétique caractérisée par :

- La longueur d'onde λ : c'est la distance séparant deux points de l'onde dans le même état vibratoire,

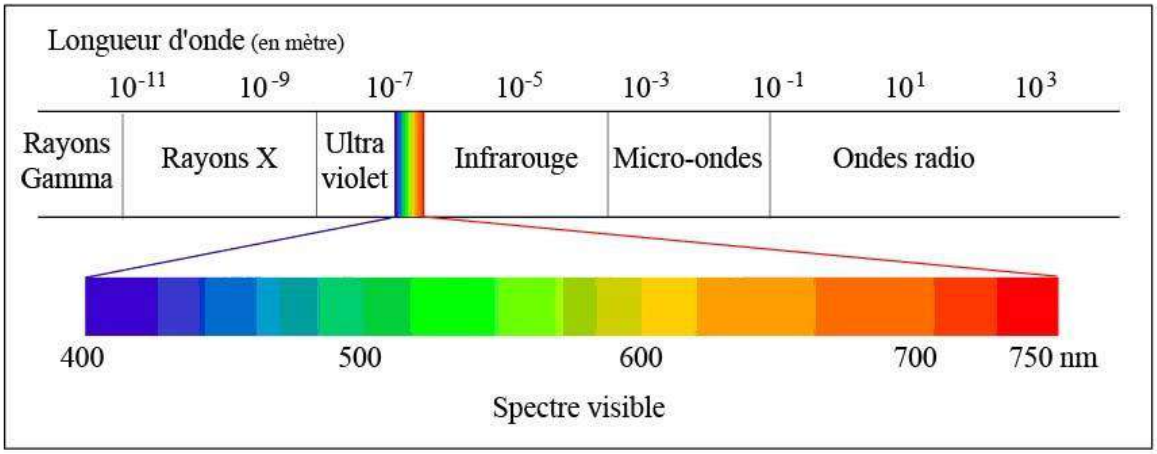


FigI.5. Longueur d'onde

- La période T : c'est le temps mis par l'onde pour se retrouver dans le même état vibratoire,

- La fréquence F : c'est l'inverse de la période (F=1/T), elle s'exprime en Hertz (Hz) ou cycles/s,

- L'amplitude : c'est l'écart maximum de l'onde.



FigI.6. Les couleur des ondes électromagnétiques

La partie visible du spectre électromagnétique montre qu'à une longueur d'onde correspond une couleur, et les 7couleurs de l'arc en ciel définies par Newton peuvent être retrouvées facilement.

La lumière est constituée de grains d'énergie ou photons.

Le nombre de photons correspond à l'intensité lumineuse.

Le rayonnement direct est la luminance mesurée en Candela (Cd).

Le rayonnement indirect est la radiance mesurée en Cd/cm2 ou Stilb.

C'est ces photons qui interagissent avec la matière ou les objets qu'ils rencontrent ; et servent donc de support à une information visuelle ou à une image.

Une image a deux aspects :

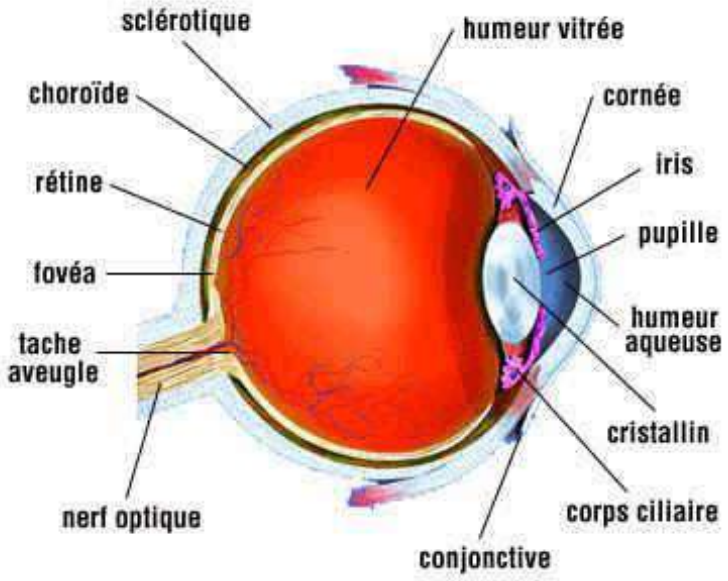
- Le contraste : c'est une organisation spatio-temporelle de l'image, c'est la transition entre deux zones de brillances différentes.

- La couleur : c'est l'énergie de cette lumière, correspondant à la longueur d'onde

I.2.4.1. Anatomie de l'œil:

L'œil humain est une sphère remplie de liquide formé de deux compartiments liquidiens (antérieur et postérieur) et de 3 enveloppes : la sclère, l'uvée, et la rétine.

Le globe oculaire mesure environ de 2,2 à 2,5 cm de diamètre et pèse environ de 7-8 grammes.



FigI.7. L'anatomie de l'œil

Elle est composée d'un segment antérieur, un segment postérieur et des annexes.

I.2.5. Les grandeurs photométriques de base :

Flux lumineux – intensité lumineuse – éclairement – luminance

I.2.5.1.Flux lumineux

Le flux lumineux décrit la quantité de lumière émise par une source lumineuse. L'efficacité lumineuse est le quotient du flux lumineux par la quantité d'énergie électrique consommée (lm/W). Elle indique la rentabilité d'une source lumineuse.

Symbole : Φ Phi Unité de mesure : lm Lumen

I.2.5.2. Intensité lumineuse

L'intensité lumineuse décrit la quantité de lumière émise dans une direction donnée. Elle est en grande partie déterminée par des éléments de guidage du flux, des réflecteurs par exemple,

Symbole : Φ Phi Unité de mesure : lm Lumen Symbole : I Unité de mesure : cd Candela

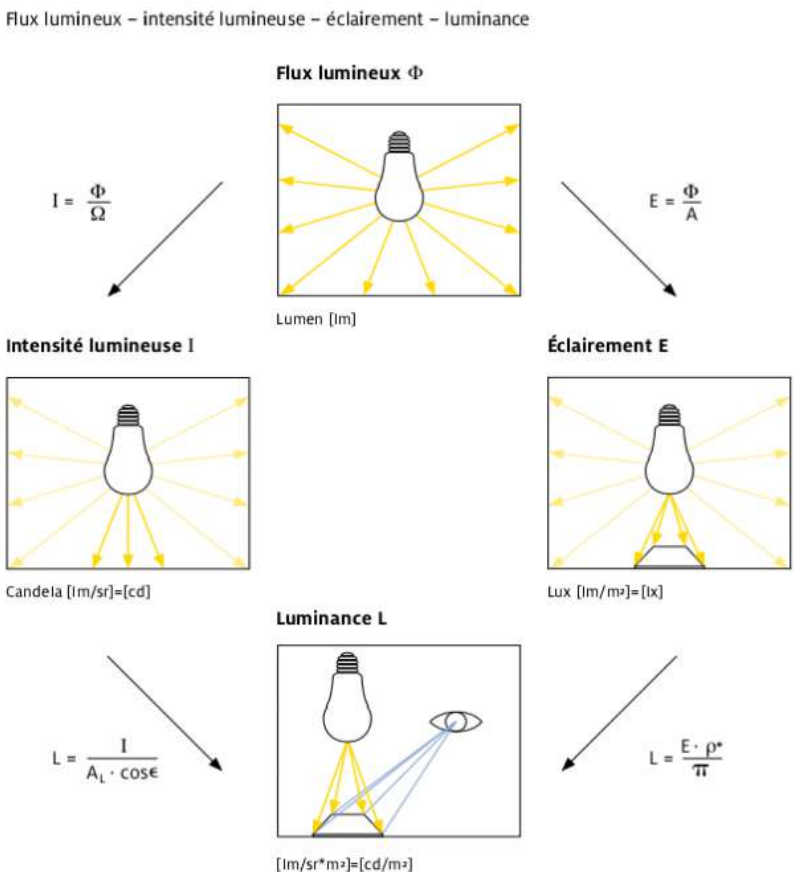
I.2.5.3.Éclairement

L'éclairement décrit la densité du flux lumineux en un point d'une surface. Vous trouverez des indications sur les valeurs d'éclairement dans les normes correspondantes (p. ex. EN 12464 « Éclairage des lieux de travail »). Éclairement: E (lx) = Flux lumineux (lm)/ surface (m^2)

Symbole : E Unité de mesure : lx Lu

I.2.5.4.Luminance : La Luminance est la seule grandeur photométrique perçue par l'oeil humain. Ce concept décrit l'impression de luminosité que donne d'un côté une source d'éclairage et de l'autre une surface. Ce faisant, cette impression dépend fortement du facteur de réflexion (couleur et surface).

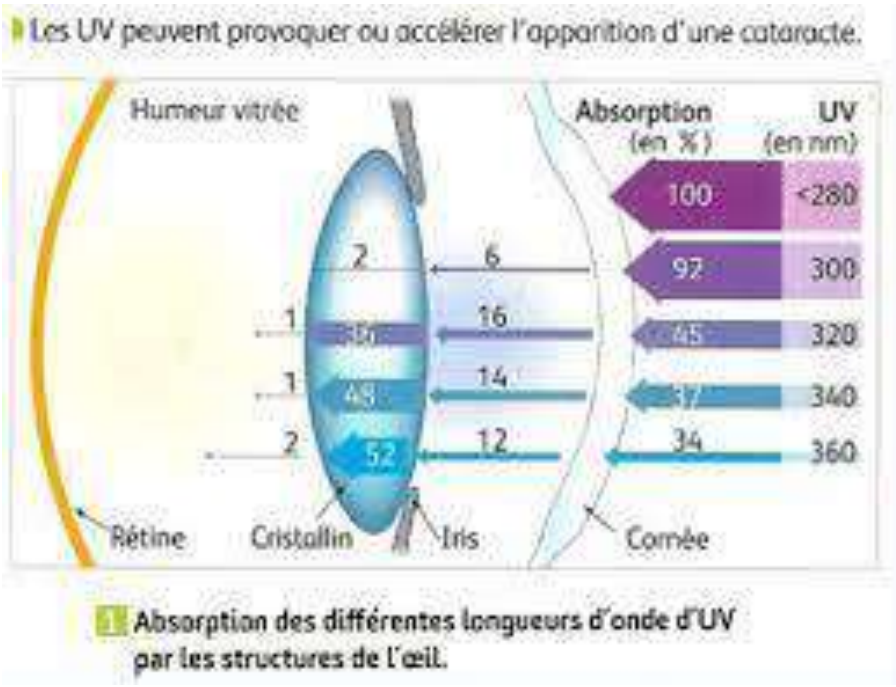
Symbole : L Unité de mesure : cd/m^2



FigI.8. relations des paramètres d'éclairage

I.2.6.Effet de la lumière sur le la santé des travailleurs.

I.2.6.1. Effets sur les tissus oculaires : Les effets du rayonnement optique sur l'œil dépendent de l'absorption spectrale des milieux intraoculaires (fig suivante) et de la sensibilité photochimique du tissu.



FigI.9. Absorption du rayonnement ultraviolet par les différents milieux oculaires

a. Rayonnement ultraviolet

Presque toutes les longueurs d'onde inférieures à 320 nm sont absorbées par la cornée ; celles comprises entre 320 et 400 nm sont absorbées par le cristallin. Cependant, la proportion du rayonnement absorbé dépend de l'âge

b. Rayonnements visible et infrarouge

L'observation prolongée du soleil à l'œil nu (regarder une éclipse, par exemple) provoque des lésions rétiniennes avec perte de vision (scotome). L'incidence des lésions choriorétiniennes provoquées par l'exposition à la lumière artificielle dans le travail industriel est nettement plus faible que celle des lésions provoquées par le soleil. En effet, le réflexe de clignement ainsi que les mouvements oculaires qui détournent le regard de la source constituent des mécanismes naturels de protection. Toutefois, dans l'industrie moderne, il existe des risques pour la rétine lors de l'utilisation du laser et des diverses sources continues de rayonnement optique, telles que les lampes compactes à l'arc, les lampes tungsten-halogènes, les unités de soudure, les sources de rayonnement puisé (flash), etc.

c. Rayonnement infrarouge B et C

Les rayonnements supérieurs à 1400 nm ne parviennent pas à la rétine mais peuvent provoquer des lésions au niveau de la cornée et du cristallin [6]. Ainsi, des observations cliniques ont signalé l'existence de cataractes provoquées par l'exposition prolongée au rayonnement IR. Il a été supposé que le rayonnement IR provoque une élévation de la température au niveau du cristallin qui, après quelques années, dénaturent les protéines du cristallin et partant, opacifient le cristallin. Cependant, les spécialistes considèrent que le rayonnement IR est absorbé par Tins pigmenté et transformé en chaleur qui, par conduction, parvient au cristallin ; il ne s'agirait donc pas d'une absorption directe du rayonnement IR par le cristallin [7]. La cataracte a été observée parmi les souffleurs de verre exposés au rayonnement IR mais les mesures de sécurité actuelles ont virtuellement éliminé ces effets chez les travailleurs.

I.2.6.2. Effets cutanés

a. Rayonnement ultraviolet

Les effets nuisibles du rayonnement UV sont l'érythème solaire, le cancer de la peau ainsi que les altérations morphologiques (rides, irrégularités, modifications de pigmentation, etc.) qui apparaissent comme signes de "vieillissement prématuré".

b. Rayonnement infrarouge

Le rayonnement infrarouge peut provoquer des érythèmes, voire des brûlures aiguës lors d'une exposition prolongée.

I.2.7. effet de la lumière sur le rendement du travail.

L'éclairage en milieu de travail est régit par des normes européennes, imposant un minimum d'intensité lumineuse, un confort visuel et un bon rendu des couleurs (NF EN 12464-1). Mais au-delà du confort et des conditions minimales pour travailler correctement, est-ce que la modification de l'éclairage d'un espace de travail permettrait d'améliorer les rythmes veille-sommeil, la performance et la qualité de vie des travailleurs ?

C'est ce que certaines études suggèrent. L'exposition sur le poste de travail à des lumières artificielles enrichies en lumière bleue, et donc plus proches de la lumière naturelle, induit une augmentation de la vigilance, une amélioration de l'humeur, de la performance, de la concentration, ainsi qu'une diminution de l'irritabilité, et de la fatigue en fin de journée [8].

Les connaissances issues des laboratoires, ont donc été testées en environnement de travail réel et les résultats démontrent que ce type d'innovation dans les espaces de travail a un réel impact positif.

Ainsi, bien que sous-estimée, l'intégration des données en sciences cognitives pour améliorer les espaces de travail peut donc constituer un levier réel d'innovation.

Le travail doit en effet pouvoir correspondre à un vecteur de développement pour les individus, et cela passe notamment par le fait de favoriser une meilleure santé pour les salariés. Le sommeil étant un déterminant essentiel de la santé, agir sur celui-ci à travers des facteurs aussi simples que la lumière peut avoir de nombreux bénéfices pour les salariés comme pour l'entreprise, en améliorant la vigilance et les capacités cognitives.

Aussi, à l'heure où les espaces de travail se réorganisent pour faire face aux mutations du travail, où le Flex office et le télétravail se démocratisent, il est essentiel de tenir compte de l'innovation de la recherche en sciences cognitives : c'est en adoptant une approche multifactorielle qu'il sera possible de concevoir des espaces plus respectueux de l'humain et de ses besoins.

I-3 La température

La température

Vu la déférence métrologique sur Terre, vu la nécessité de la chaleur dans l'industrie, vu la production de la chaleur des machines, vu l'influence de la chaleur sur le corps humain ; l'employeur est obligé de mettre en place un environnement agréable de travail qui est le résultat d'une recherche qui prend en considération tous les facteurs influents sur la chaleur de l'endroit de travail. Dans notre cas on va essayer d'appliquer tout ça sur notre atelier de maintenance de l'ENPC sis à CHLEF.

I.3.1.Définitions

Il existe plusieurs définitions de la température, suivant le domaine auquel elle fait référence. Par exemple :

Physique : Phénomène physique se présentant comme une manifestation de l'énergie cinétique qui traduit le degré d'agitation calorifique des molécules d'un corps ou d'une substance ; paramètre arbitraire qui sert à mesurer ce phénomène.

Climatologie : État énergétique de l'air se manifestant par un échauffement plus ou moins important.

Physiologie : Degré de chaleur du corps humain ou animal.

La température est donc une grandeur intensive (grandeur utilisée pour décrire l'état d'un système dont la valeur numérique est indépendante de la quantité de matière qui constitue ce système), ce qui rend sa mesure difficile et incite à recourir à une échelle pratique, reposant sur des phénomènes physiques répétables et aisément identifiables, permettant de la repérer.

I.3.2.les classes d'unités de mesure de température

Pour réaliser une mesure, il faut définir une échelle de température ayant un caractère universel et donc il faut qu'elle soit basée uniquement sur des lois de la thermodynamique.

I.3.2.1. Échelles thermodynamiques ou absolues

La température thermodynamique est la température définie uniquement à partir du premier et second principe de la thermodynamique. Elle ne dépend donc pas des thermomètres utilisés pour mesurer la température et possède ainsi une définition universelle.

- ✓ **Échelle de Kelvin :**

L'unité est le **Kelvin(K).** Cette échelle se base sur la valeur de la température du point triple de l'eau étant fixé à 273,16. Le point triple de l'eau est la température d'équilibre entre la phase solide, liquide et vapeur.

- ✓ **Échelle de Rankin :**

L'unité est le **degré Rankin (°R)** qui est égal à 9/5 de kelvin ; la température du point triple de l'eau est donc de 491,69 °R.

I.3.2.2 Échelles dérivées

- ✓ **Échelle de Celsius :**

L'unité est le **degré Celsius (°C).** Cette échelle se base sur l'échelle absolue de

Kelvin : T (◦C) = T(K) _ 273; 15.

- ✓ **Échelle de Fahrenheit :**

L'unité est le **degré Fahrenheit (°F).** Cette échelle s'obtient par décalage de l'échelle absolue de Rankin : T (◦F) = T (◦R) _ 459; 67

Conversion entre échelle de Celsius et de Fahrenheit : T (◦C) = (T (◦F) _ 32) 5/9

Tableau de correspondance : pression atmosphérique normale (=101 325 Pascals).

I.3.2.3Échelles Internationale de Température (EIT 90) :

Afin de pouvoir mesurer une température qui ait du sens, nous avons vu qu'il fallait que cette mesure soit une mesure de températures absolues. La seule possibilité est de réaliser des mesures sur des machines thermiques réversible (Carnot) ou sur des gaz parfaits. Or les gaz parfaits n'existant pas, cette mesure s'avère difficile. Mais par interpolation aux très basses pressions, il est possible d'assimiler les caractéristiques d'un gaz parfait aux caractéristiques d'un gaz réel. Ainsi il est possible en interpolant de fabriquer un thermomètre à gaz capable de mesurer des températures absolues. Cependant ces thermomètres à gaz sont énormes donc encombrant et sa manipulation doit être faite de manière délicate. Ces thermomètres ont été utilisés dans certains laboratoires de métrologie afin de déterminer à partir de certains phénomènes comme le changement d'état des étalons dit primaire ou **points fixes.**

Les points fixes de température correspondent à des transitions de phase de corps purs, par exemple les points de congélation du zinc, de l'étain ou de l'argent, les points de fusion du gallium ou les points triples de l'oxygène, du mercure ou de l'eau.

Tableau I.1 : Les points fixes de température

TEMPÉRATURE DU POINT FIXE (EN K)	CORPS	TYPE DE POINT
de 3 à 5	Hélium	pression de vapeur saturante
13,8033 hydrogène triple	hydrogène	Triple

environ 17	environ 17 hydrogène (ou hélium)	pression de vapeur saturante (ou thermomètre à gaz)
24,5561	néon	Triple
54,3584	oxygène	Triple
83,8058	argon	Triple
234,3156	mercure	Triple
273,16	eau	Triple
302,9146	gallium	Fusion
429,7485	indium	Congélation
505,078	étain	Congélation
692,677	zinc	Congélation
933,473	aluminium	Congélation
1 234,93	argent	Congélation
1 337,33	Or	congélation
1 357,77	cuivre	Congélation

En particulier, pour les températures les plus usuelles, l'EIT-90 définit :

• entre 13,803 K (- 259,346 °C) et 1 234,93 K (961,78 °C), 14 points fixes et l'instrument d'interpolation est un thermomètre à résistance de platine étalon ;

• au-dessus de 1 234,93 K (961,78 °C), 3 points fixes et la température est mesurée par pyrométrie optique en utilisant la loi de rayonnement de Planck par extrapolation à l'un de ces trois points fixes.

La température est aujourd'hui, après le temps, la grandeur la plus mesurée. Dans l'industrie, cette grandeur est particulièrement importante. En effet, elle conditionne souvent la qualité des produits fabriqués. Par ailleurs, sa mesure par des capteurs et son contrôle (par des régulateurs, des automates ou autre…) assurent également la sécurité des procès et la maîtrise des dépenses énergétiques.

Il faut donc utiliser des capteurs adaptés aux procès et permettant une mesure la plus précise possible en fonction des conditions d'utilisation. Il existe deux types de capteurs couramment employés pour réaliser cette fonction.

Tr : point triple

C : point de congélation sous p.a.n

F : point de fusion sous p.a.n

I.3.3. la température et le corps humain

I.3. 3.1 Température normale du corps humain

La température normale du corps humain est définie, généralement, par une température de 37°C (98,6°F) [9]. Ce chiffre reflète un équilibre permanent entre thermolyse et thermogénèse avec trois types d'effecteurs périphériques : la contraction musculaire d'une part, la vasomotricité et la sudation d'autre part.

Cependant, ce chiffre n'est pas constant. Il peut varier en fonction de nombreux facteurs physiologiques [10] :

- Après la puberté, les femmes ont une température moyenne plus élevée que les hommes (36,9°C vs 36,7°C) [11]

- Il existe un rythme circadien de la température. Elle est minimale en fin de nuit et maximale vers 18h. Ces variations sont d'environ 0,5°C et plus importantes chez l'enfant.

- L'alimentation s'accompagne d'une augmentation de la température corporelle de 0,5°C environ 3 à 4 heures après le repas. - Le stress, l'émotion et la colère augmentent, également,

la température d'environ 0,5°C. - Enfin, les cycles menstruels sont responsables de variation de l'ordre de 0,5°C.

I.3.3.2 Thermorégulation

La thermorégulation représente l'ensemble des processus permettant à l'homme de maintenir sa température interne dans des limites normales quel que soit son niveau métabolique ou la température du milieu ambiant. Elle repose sur un équilibre constant entre les apports et les pertes de chaleur.

I.3.3.3 Homéothermie

L'homéothermie est la capacité du corps humains à maintenir une température interne constante indépendamment de la température extérieure. Cette homéothermie est obtenue grâce à une régulation physiologique, la thermorégulation, qui ajuste en permanence la thermogénèse et la thermolyse

I.3.3 .4 Hyperthermique au corps

L'hyperthermie se caractérise par l'impossibilité pour l'organisme de réguler les fonctions de thermolyse et de thermogénèse. Elle est, le plus souvent, secondaire à une thermolyse insuffisante (environnement surchauffé, personne trop couverte…) et, parfois, à une thermogénèse trop importante (production de cytokines pyrogènes dans les cancers évolués par exemple [12]).

L'hyperthermie est due à l'impossibilité de l'organisme de réguler son bilan calorique. Dans ce cas, le point d'équilibre thermique n'est pas modifié.

On peut distinguer 2 types d'hyperthermies liés à des facteurs endogènes ou exogènes.

a. Lié à des facteurs endogènes

Une hyperthermie se produit, principalement, lors d'une exposition à des températures ambiantes élevées, en particulier si l'atmosphère est très humide (ce qui empêche l'évaporation de la sueur).

b. Liée à des facteurs exogènes

Un syndrome hyperthermique peut être secondaire :

- Soit à une augmentation de la thermogénèse dans les efforts physiques intenses, troubles endocriniens (hyperthyroïdie, libération des catécholamines), intoxications par des excitants (caféine, amphétamines, cocaïne)

- Soit à une diminution de la thermolyse dans les vasoconstrictions cutanées (états de choc), dérèglement des centres thermorégulateurs par des lésions (traumatisme crânien, coma).

I.3.3.5 Hypothermie

L'hypothermie est définie par une température corporelle<36°C. Elle peut parfois remplacer la fièvre lors d'une infection. Elle résulte d'une défaillance des systèmes physiologiques de lutte contre le froid chez les sujets fragiles notamment les enfants.

I.3.3.6 Hypothermique au corps

Le terme de thermolyse représente les réactions de déperdition de chaleur de l'organisme vers l'extérieur. Son centre thermorégulateur se situe dans le noyau antérieur de l'hypothalamus médial. Cette déperdition de chaleur s'effectue selon 4 processus distincts : la radiation, la convection, la conduction et l'évaporation.

a. La radiation

C'est le principal processus de perte de chaleur. Dans des conditions tempérées, 60% de la perte de chaleur s'effectue par radiation. L'organisme émet de la chaleur sous forme de rayonnement infrarouge vers les objets ou les surfaces plus froides environnantes. C'est, dans ce contexte, que les vêtements ont une importance déterminante. En effet, lorsque la température ambiante est inférieure à celle du corps, les vêtements s'échauffent en absorbant le rayonnement émis par notre corps et protègent celui-ci contre le refroidissement. La perte de chaleur par rayonnement devient nulle pour une température de l'air voisine de 30°C.

b. La convection

Comme l'air chaud à tendance à s'élever, l'air réchauffé qui entoure le corps est continuellement remplacé par des molécules d'air plus froides. Ce renouvellement constant permet d'évacuer l'air réchauffé par le corps et de le remplacer par de l'air plus froid. C'est la convection, qui représenterait 15% de la chaleur perdu. Ainsi, une vitesse de l'air élevée (vent, ventilateur…) augmente cette convection et la perte d'énergie thermique. A l'inverse, les vêtements emprisonnent une couche d'air au contact du corps et empêchent la convection.

c. La conduction (échange solide-solide)

La conduction représente le transfert de chaleur entre deux objets en contact direct. Elle représente 3% des pertes thermiques qui se transfèrent alors vers un milieu matériel.

d. Evaporation

La conduction et la convection ne sont efficaces que si la température extérieure de la pièce est inférieure à la température corporelle. Dans les cas contraires ou si la production de chaleur par le corps est trop importante, l'évaporation de l'eau permet une dissipation efficace de la chaleur. On retrouve dans ce mécanisme deux types d'évaporation : la basale ou diffusion passive respiratoire et cutanée et l'ajustable ou sudation.

Les pertes de chaleur par évaporation constituent le mécanisme prépondérant de la thermolyse à partir d'une température de l'air de 28°-30°C.

I.3.4.production de la chaleur dans les ateliers industriels

La chaleur dans les ateliers industriels à plusieurs sources et origines,

_ L'énergie du fonctionnement des machines : les machines dans des ateliers nécessite une énergie pour le fonctionnement, si ces machines ont un moteur thermique la chaleur de ces moteurs est considérée comme source aggravant la chaleur dans l'atelier, par contre si ces machine ont l'électricité comme énergie de fonctionnement, la chaleur produite par ces machine est négligeable,

_ La matière de construction des parois et de la toiture des ateliers : ont une influence important sur la température dedans, dans les saisons froides elle diminue et dans les saisons chaudes elle augmente,

_La température des corps des travailleurs : on peut considérer le corps humain comme source augmente la chaleur dans les ateliers surtout quand le nombre des travailleurs dedans est important,

I.3.5.La relation chauffage et ventilation,

La ventilation dans les ateliers c'est un système de changement de l'air, soit naturel ou mécanique, ce changement a pour but l'évacuation de la pollution atmosphérique et aussi le dégagement de l'air chaud vers l'extérieur surtout quand il y a un production important de la chaleur dans l'atelier,

I.3.6.Relation température et incendie,

L'utilisation de la chaleur dans les ateliers est indispensable pour plusieurs opérations d'usinage, ces ateliers peuvent avoir de la matière combustible comme matière première en stockage ou comme élément la construction de l'atelier, si la température de certain matière en un endroit de l'atelier coïncide avec le point d'inflammation de cette matière c'est l'incendie,

I.4.Les Capteurs

I.4.1. Qu'est-ce qu'un capteur ?

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande.

Grandeur physique (T, H, L …) → **Capteur** → Signal Electrique

I.4.2. Introduction

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.

Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique, on parlera alors de signal, Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

On peut caractériser les capteurs selon deux critères :

✓ En fonction de la grandeur mesurée, On parle alors de capteurs de température, de vitesse, d'humidité, Etc. On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs. [13]

I.4.3.Principales caractéristiques des capteurs (étendue de la mesure) :

C'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.

La sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

La rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant ou l'information prise en compte par la partie commande.

La précision : c'est la capabilité de répétabilité d'une information, d'une vitesse, …

I.4.4.Différents types de capteurs

I.4.4.1. Le capteur de lumière (LDR)

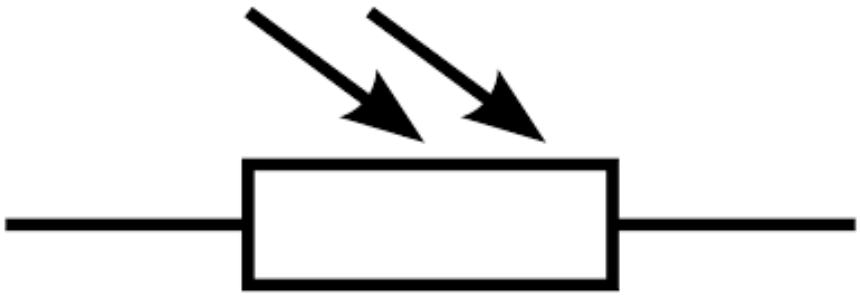
Une photorésistance est un composant électronique dont la résistivité varie en Fonction de la quantité de lumière incidente. On peut également la nommer résistance photo dépendante (Light dépendent résistor LDR) ou cellule photoconductrice. [14]



FigI.10. Capteur LDR Photorésistance

a. Circuit de conditionnement

Le composant sert majoritairement à distinguer la présence ou l'absence de lumière, la quantification de flux reste possible mais est moins employée. Le dessin situé en dessous est le symbole d'une photorésistance utilisé dans un grand nombre de schémas de circuit électrique. [15]



FigI.11. Symbole d'une photorésistance

b. Principe de fonctionnement

Une photorésistance est composée d'un semi-conducteur à haute résistivité. Si la lumière incidente est de fréquence suffisamment élevée, les photons absorbés par le semi-conducteur donneront aux électrons liés assez d'énergie pour sauter dans la bande de conduction, les électrons libres (avec leurs trous d'électron) ainsi produits abaissant la résistance de l'ensemble incidente est de fréquence suffisamment élevée, les photons absorbés par le semi-conducteur [14].

c. Application

Les photorésistances trouvent leurs applications principales dans la détection d'une différence de flux plutôt que dans la mesure précise du niveau de flux reçu (impulsions lumineuses, variation d'éclairage par exemple). La mesure en photométrie nécessite une détermination précise et une stabilisation des caractéristiques. D'après les considérations précédentes, Cependant, le type de rayonnement détectable dépend du type de semi-conducteur composant la photorésistance. Par exemple, les photorésistances au CdSe (séléniure de cadmium) permettent de détecter un rayonnement dans les proches IR. L'utilisation de ce type de détecteur est très variée

• Les récepteurs infrarouges permettent de faire communiquer deux appareils sans contact. L'un des appareils possède un émetteur infrarouge et le second la photorésistance.

• L'allumage des lumières lorsque la luminosité diminue (éclairage public ou domestique).

• La mesure de la luminosité extérieure dans les appareils photographiques ou les ordinateurs.

Les applications de ce composant sont donc très variées, que ce soit dans le monde industriel ou domestique. Étant peu cher, il présente un bon rapport qualité pour les industriels souhaitant l'intégrer dans leurs systèmes.

d. Ces Avantages

• Faible coût

• Larges gammes spectrales

• Facilité de mise en œuvre

• Rapport de transfert statique

• Sensibilité élevée

I.4.4.2. Le capteur de température

• Agit sur les propriétés physiques de la matière Pression Résistivité électrique Changement de phase

• Mesure importante en recherche et industrie

• Liée à l'énergie cinétique moyenne des particules (agitation thermique) Echelles de température (Grandeur intensive) Kelvin : défini à partir du point triple de l'eau, qui vaut 273,16 K Le kelvin est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau»0 K est le zéro absolu (Aucune agitation thermique) Celsius : T°C=TK-273,15, le zéro absolu vaut donc -273,15°C .L'échelle fahrenheit attribue une plage de 180°F entre la température de solidification de l'eau et sa température d'ébullition (solidification de l'eau à 32°F et point d'ébullition à 212°F).

a. Le capteur de Température LM35

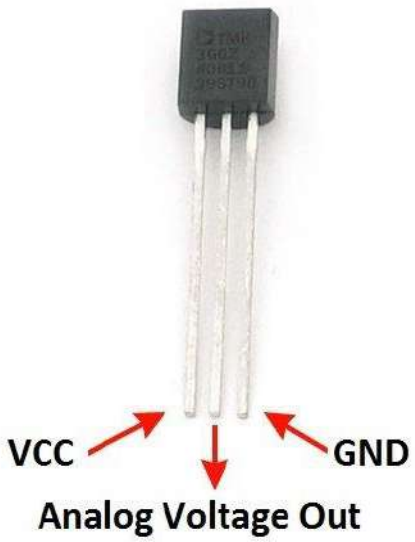
Le capteur de température est un dispositif qui permet de transformer une grandeur physique (Température) en une grandeur électrique (tension ou courant), Comme le capteur de lumière

il existe deux type du capteur (actif et passif), dans notre cas nous allons utiliser un capteur du type actif (Circuit intégré LM35).

Il est extrêmement populaire en électronique, car précis, peu couteux, très simple d'utilisation et d'une fiabilité à toute épreuve.

Le capteur de température LM35 est capable de mesurer des températures allant de

-55°C à +150°C dans sa version la plus précise et avec le montage adéquat, de quoi mesurer n'importe quelle température.[16]



FigI.12. Capteur de température

Si vous soumettez une carte Arduino "classique" à ces températures extrêmes, elle va purement et simplement cesser de fonctionner ou se dégrader très rapidement. Cela est valable pour les cartes Arduino, mais aussi pour tous autres circuits électroniques fabriqués suivant les standards "grand public" (et non "industriels").

Pour information, les gammes de températures classiques en électronique sont les suivantes :

• grand public : 0°C ~ 70°C

• industrie : -40°C ~ 85°C

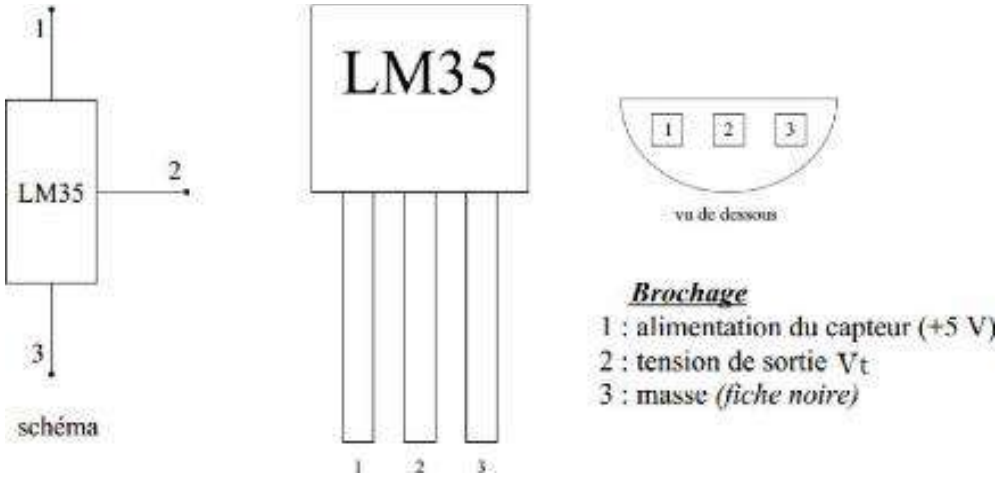
• militaire : -55°C ~ 125°C

b. Caractéristiques du capteur de température LM 35

Le capteur LM35 est un capteur de température où la tension de sortie est linéairement proportionnelle à la température en Celsius centigrade. Ce capteur ne nécessite pas de calibrage externe pour fournir une précision de ± °C sur une gamme de température de –55°C à +150°C. Son coefficient est de 10mV/°C et dans notre cas le capteur est alimenté par 0-5V, on ne peut mesurer par conséquent que des températures positives [16].

c. Brochage du LM35

Le capteur LM35 est commercialisé dans boiter 3 broches classiques, comme illustré dans la Figure 4 Brochage du LM35



FigI.13. Brochage du LM35

Brochage du capteur :	
Broches	Désignation
1	Alimentation du capteur
2	Sortie du potentiel proportionnel à la température
3	Masse du capteur

Tableau I.2 : Brochage du capteur

I.4.5.Conclusion

Les capteurs jouent des rôles de plus important car ce sont eux qui permettent de mesurer les effets des phénomènes de tout qui agissent sur l'environnement de l'homme avec l'évolution de la technologie, l'électronique en particulier leur importance s'accroit car il permette d'assurer la liaison homme – machine – environnement.

Chapitre II :

Etude de cas (usine ENPC)

Chapitre II : Etude de cas (usine ENPC)

II.1. Présentation de l'usine:

L'entreprise nationale des plastiques et des caoutchoucs (ENPC) a été créée en 1980 dans le cadre de la restructuration de SONATRACH, elle gère actuellement une vingtaine d'unités de production, répartie à travers le territoire national et produit près de 800 articles plastiques et caoutchoucs destinés aux différents secteurs d'activités (agriculture, hydraulique, emballage, mobilier, ménage, éducation, loisir, industrie).

L'ENPC à plusieurs unités en Algérie :

- Site d'Alger : Transpolymères et Trecyplast.
- Site de médéa : Soexplast.
- Site de draa el mizane: Siscoplast.
- Site de Setif :Sofi plast et Siplast et Calplastb et Al-moules.
- Site de Chlef :Sotuplast et Fipexlast et Lamiplast.

La société où nous avons réalisé notre stage est **FIPEXPLAST,** cette société est leader national dans la fabrication et la commercialisation des produits en plastique, thermoplastique et thermodurcissable, située dans la zone industrielle de Oued Sly. Cette filiale du groupe ENPC créée en 2000 est issue de décentralisation de la SONATRACH en 1980,

II.2.Les spécialités de la société :

Les activités de la société couvrent plusieurs secteurs, l'habitat, l'agriculture, le nautisme et pièces techniques, ainsi aux différents projets AEP (aménagement d'eau potable). Par ailleurs, une large gamme de ses produits sont réalisés sur le site de l'usine dans le secteur de la pèche, du nautisme ainsi que dans l'industrie mécanique.

II.3. Les différentes installations:

- Un bloc de gérance.
- Un hangar pour le stockage de la matière première.

- Un hangar pour l'extrusion de film agricole.
- ***Un atelier pour le façonnage et finition.***
- Un hangar pour le stockage des blocs de polystyrène.
- Bâche à eau 60 m^3
- Deux chaudières.

Notre étude a visé l'atelier de façonnage et finition.

II.4.présentation de l'atelier de façonnage et finition :

Cet atelier fait partie de l'usine, il a pour but de produire des pièces mécaniques destinées à la réparation des machines de production de l'usine ou sur commande des citoyens, ces pièces sont soumises à plusieurs opérations mécaniques ou thermiques. On trouve des machines de fraisage, de tournage, de coupage et des fours de traitement thermique du métal destinés à la fabrication des pièces avec certaines caractéristiques.

Voici quelques photos des machines qui s'y trouvent:



Fraiseuse verticale



scie mécanique



Fraiseuse horizontale



mortaiseuse

FigII.1. quelques photos des machines qui se trouvent dedans

II.5. Etude de l'art pour l'unité de maintenance.

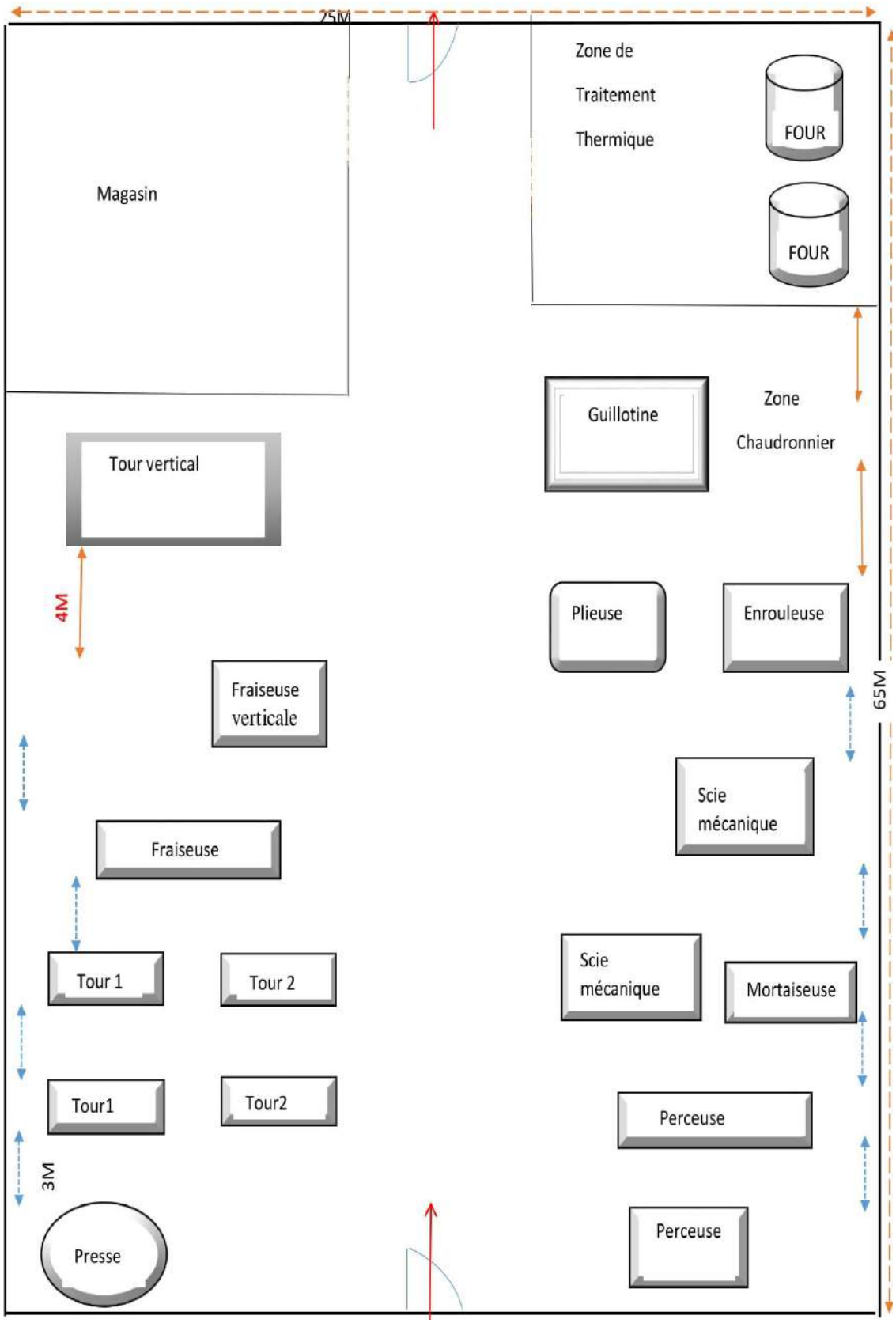
L'atelier d'entretien est un hangar de 65 mètres de longueur, 25 mètres de largeur et environ 12 mètres de hauteur, il a deux grandes portes d'entrées face à face permettant une bonne circulation de l'air, l'une en avant et l'autre à arrière de dimension 4 x 4m^2, sa toiture est en zinc.

Le hangar contient à l'intérieur 2 fours, un magasin, un ensemble de machines qui fonctionnent par l'énergie électrique. L'éclairage est assuré par 5 rangées de lampes suspendues à la toiture, et chaque rangée contient 12 lampes. En totale 60 lampes, 31 seulement en fonction.

Les machines assurent plusieurs opérations d'usinage, on trouve: perceuse, scie mécanique, mortaiseuse, presse, fraiseuse, plieuse et les tours… La distance entre les machines est environ de trois mètres.

Nous résumons tout cela dans une carte graphique qui montre la répartition des machines dans l'atelier.

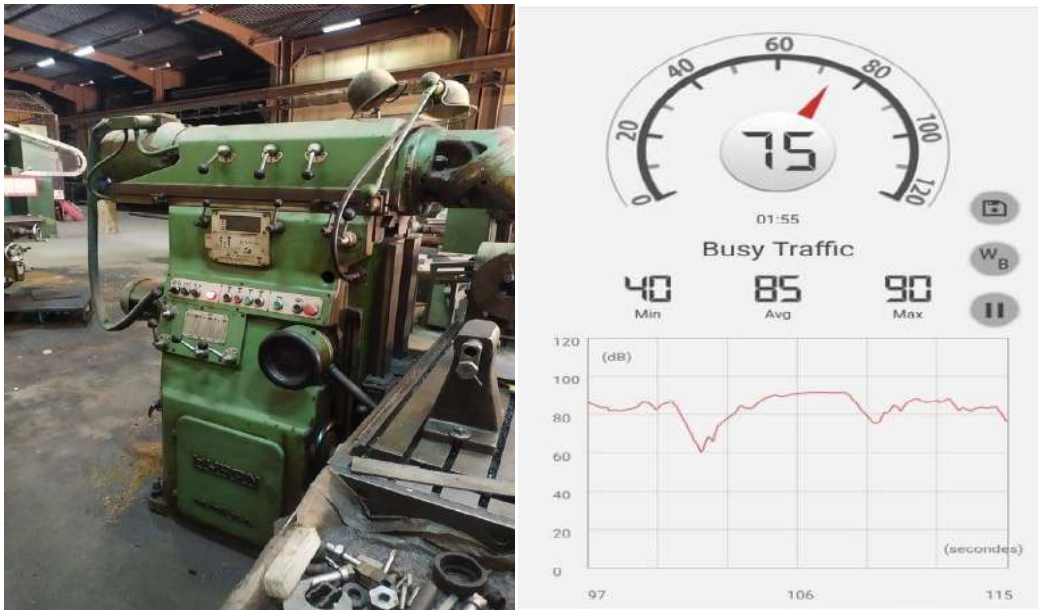
Pour connaitre les endroits qui présentent un danger ou non confort aux travailleurs, soit acoustique, lumineux ou de chaleur on a mesuré les trois paramètres dans tout l'atelier, et pour bien présenter les paramètres on a schématisé les résultats sur une carte graphique.



FigII.2.la carte graphie de la répartition de machines dans l'atelie

II.5.1. la cartographie du son dans l'atelier.

Nous avons mesuré le niveau acoustique prés de chaque machine avec un sonomètre on a obtenu des résultats sur pace, voici quelque exemple de mesure de niveau acoustique :



(a) (b)

FigII.3.(a) Fraiseuse verticale,(b) valeur obtenu pour la fraiseuse verticale

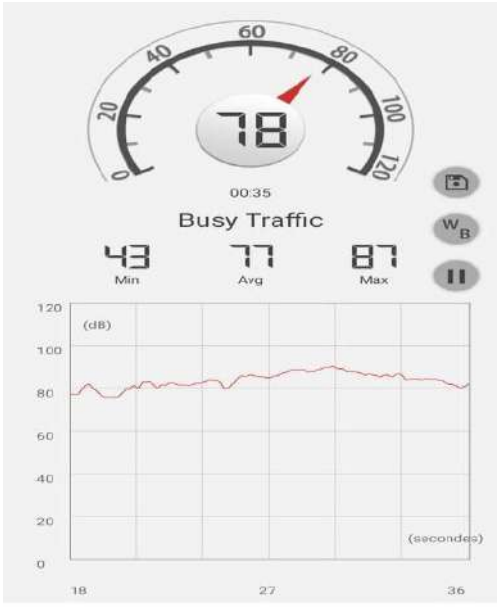




(a) (b)

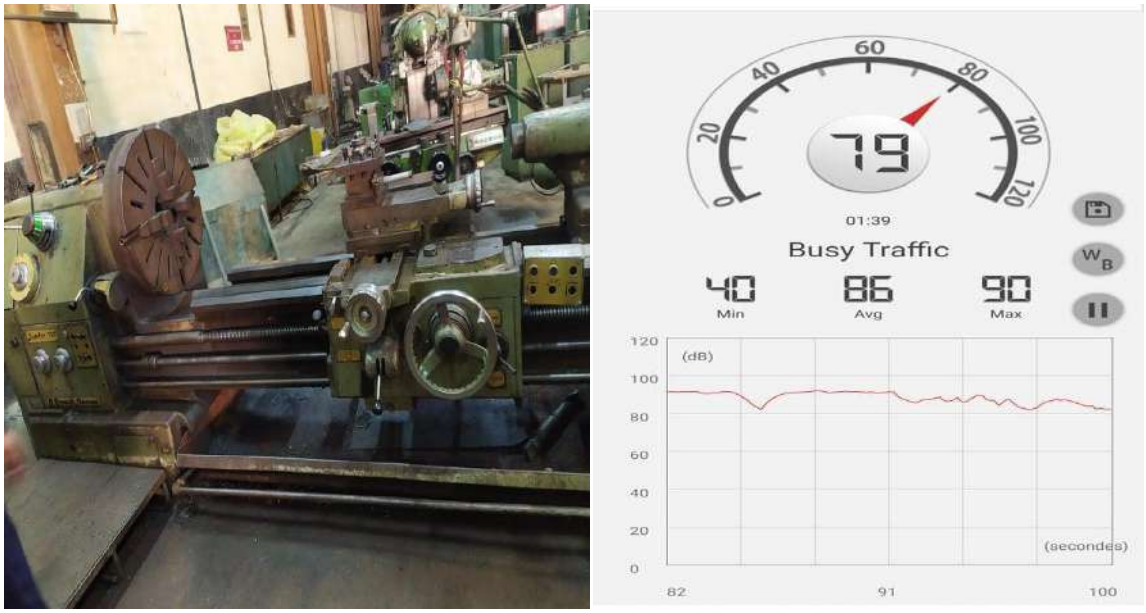
FigII.4.(a) Scie mécanique, (b) valeur obtenu pour le scie mécanique





(a) (b)

FigII.5.(a) Machine de tour ,(b) valeur obtenu pour le tour 1



(a) (b)

FigII.6. (a) Tour 2 , (b) valeur obtenue pour le Tour 2



(a) (b)

FigII.7.(a) Mortaiseuse ,(b) Valeur obtenue pour la mortaiseuse

La carte suivante représente la répartition du son dans l'atelier (figII.8)

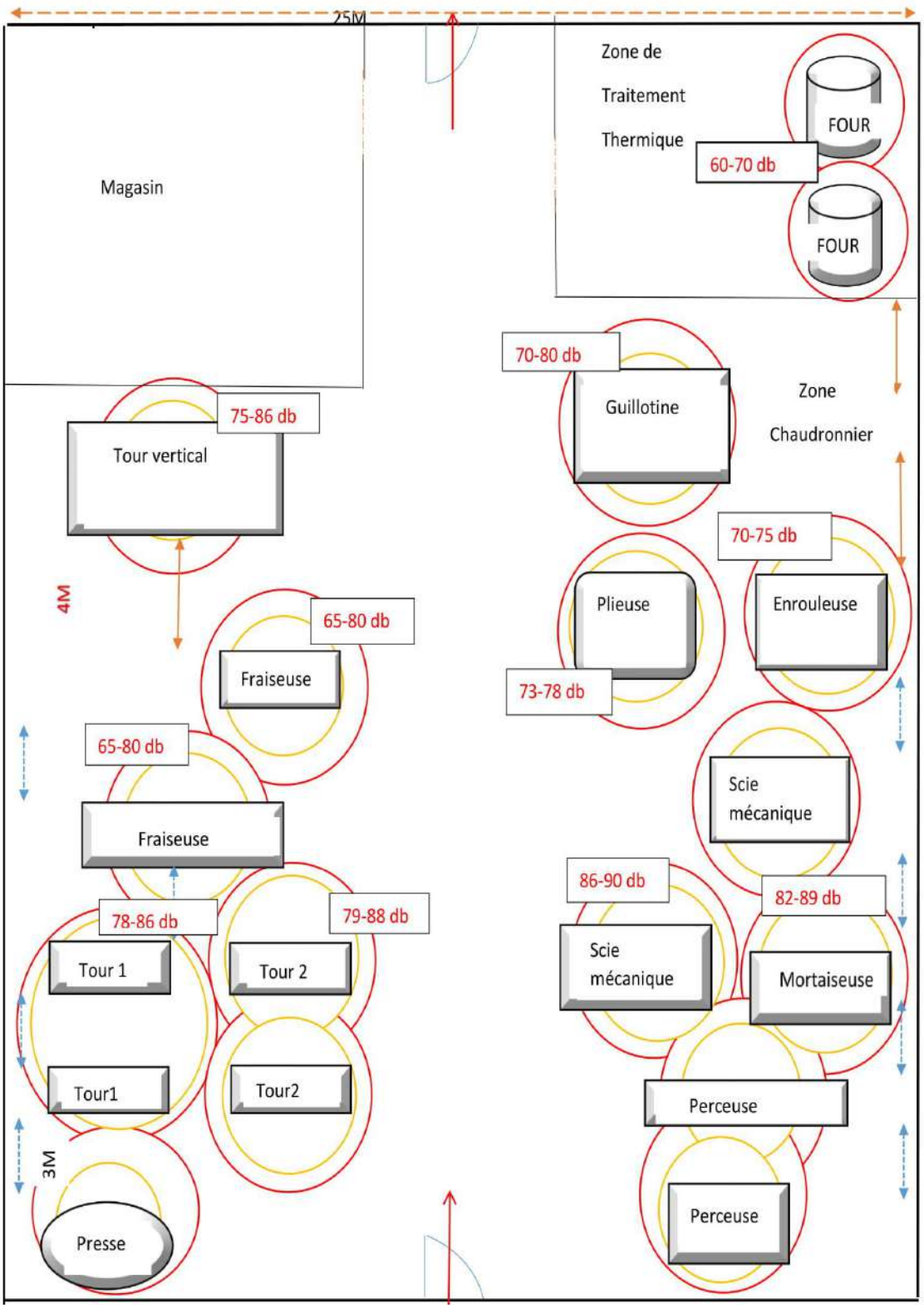


Fig II.8.la carte graphie de la répartition de son dans l'atelier

II.5.2. la carte de répartition de l'éclairage dans l'atelier

Pour construire la carte on a mesuré l'éclairement dans tous les endroits de l'atelier, par un luxmètre, la figure suivante donne une image sur l'éclairement dedans :



FigII.9. L'éclairage plafonnier de l'atelier

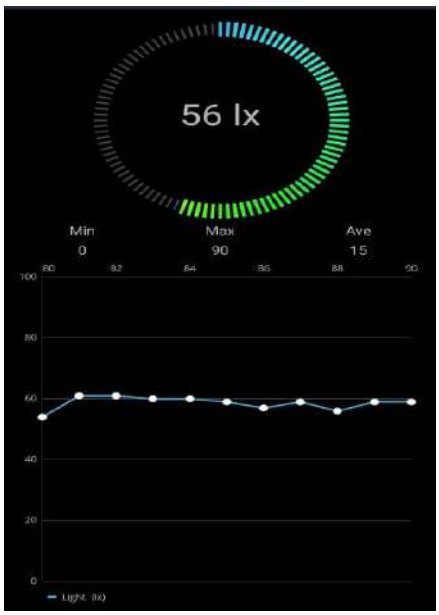
Voici quelque résultat obtenu par un luxmètre,





(a) (b)

FigII.10. (a) Fraiseuse verticale , (b) Machine de tour 1



FigII.11.valeur obtenue pour le (a) et (b)



(a) (b)

FigII.12. (a) Scie mécanique, (b) valeur obtenu pour le sci mécanique



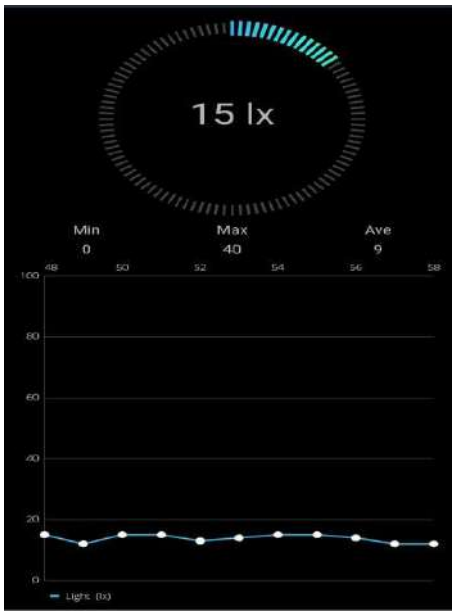
(a) (b)

FigII.13. (a) Mortaiseuse, (b) Valeur obtenue pour la Mortaiseuse



(a) (b)

FigII.14.(a)et(b) Les fours



figII.15. Valeur obtenue pour les fours

On trouve aussi des portes lampes orientable attachée à chaque machine pour les travaux de précision ces porte lampes sont tous vide.

Les images suivantes montrent ça,

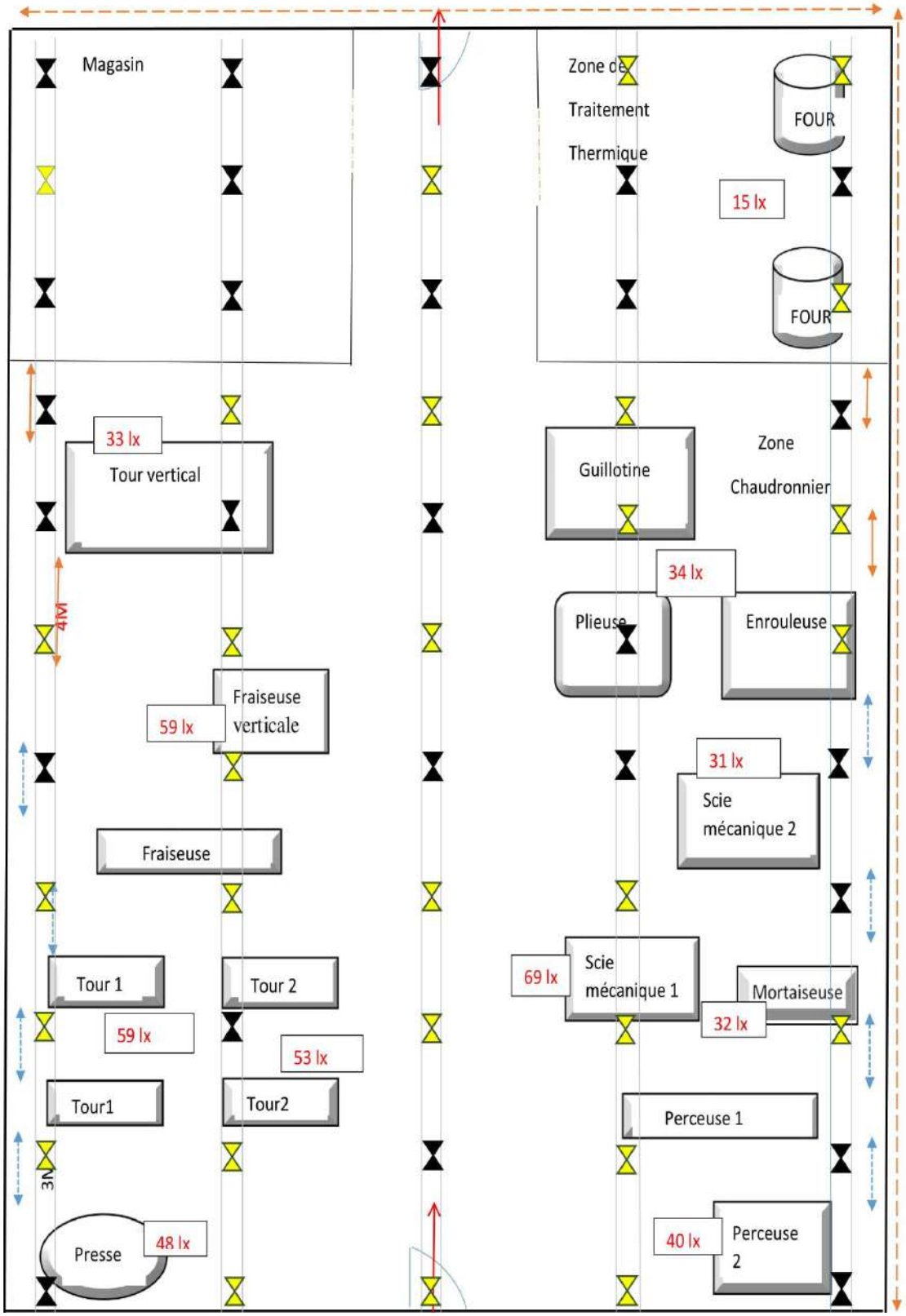


figII.16. Les portes lampes orientable attachée à chaque machine

Voici la carte graphie de la répartition de l'éclairement dans l'atelier (figII.15)

La lampe qui fonctionne

La lampe ne fonctionne pas



FigII.17.la carte graphie de la répartition de l'éclairement dans l'atelier

II.5.3.la carte de répartition de la température dans l'atelier

La température à l'intérieur de l'atelier varie d'un endroit à l'autre,

Vu l'existence de deux portes face à face, et l'existence de deux fours prés l'un au l'autre dans un coin de l'atelier, et l'existence de plusieurs machine ça nous donne 3 zone thermiques déférentes ;

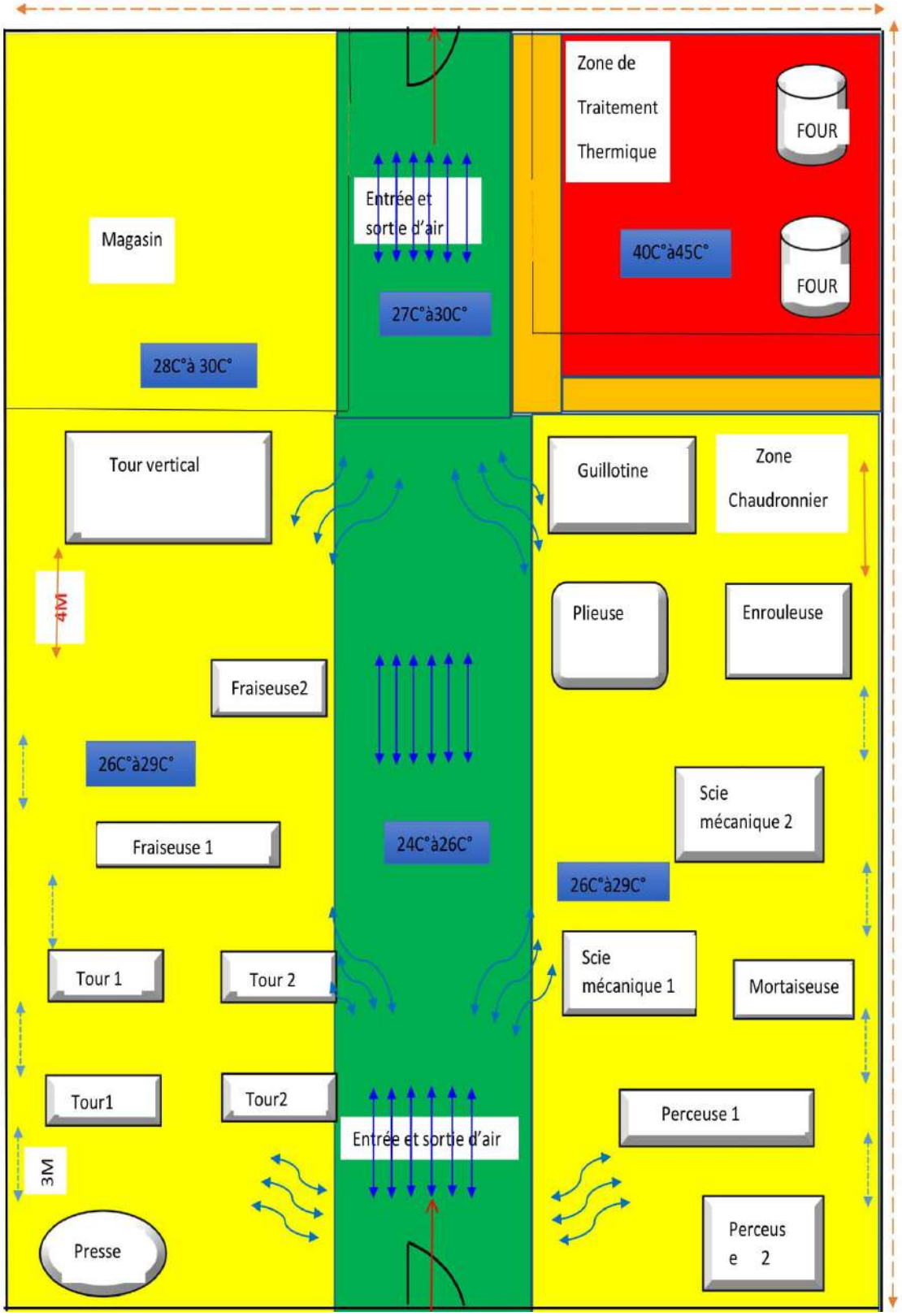
1- Zone chaude : où se trouvent les deux fours (couleur rouge)
2- Zone fraiche : dans la ligne entre les portes (couleur vert)
3- Zone moyennement chaude : prés des machines. (couleur jaune)

Nous résumons cela dans une carte graphique montrant la répartition de la température dans l'ensemble de l'atelier (figII.24) :

chaude

Zone moyennement

Zone fraiche



FigII.18.la carte graphie de la répartition de température dans l'atelie

II.6. la réalité de la protection des travailleurs dans l'unité en matière d'EPE EPP,

II.6.1. Le bruit :

Il est préférable en première étape de prévoir des actions de réduction de bruit dès la conception, avant que le problème n'apparaisse ; en cas de nouveau locaux, de réaménagement d'atelier…. Ces actions seront moins onéreuses et la démarche, si elle est globale, permettra de travailler sur d'autres risques et nuisance, voir la qualité de la production. Il peut s'agir d'organisation de travail, d'aménagement de l'atelier, de choix de procédés ou d'équipement moins bruyants.

En deuxième étape on passe aux protecteurs individuels contre le bruit (PICB), se sont des équipements de protection individuels (EPI) qui, grâce à leurs caractéristiques d'affaiblissement acoustique, atténuent les effets nuisibles du bruit sur l'ouïe et ils préviennent donc tous détérioration de l'audition.

Les EPI pour l'appareil auditif sont principalement les casques antibruit, constitués de coquilles qui s'appliquent sur l'oreille. Et les bouchons d'oreille qui sont introduit dans le conduit auditif,

- **Les casques antibruit :**

Ces protecteurs sont composés de coquilles munies d'oreillettes souples qui s'appliquent sur la périphérie de l'oreille, les coquilles sont reliées par un arceau passant au-dessus de la tête ou derrière la nuque, Les casques antibruit sont plus efficace que les bouchons d'oreille mais plus encombrant et plus chaud (transpiration importante l'été).

- **Les bouchons d'oreilles :**

Ces protecteurs sont directement introduits dans le conduit auditif ou dans la cavité de l'oreille pour en obture l'entrée, ils peuvent être réuni par un arceau ou par un cordeau d'interconnexion.

Les bouchons sont en générale moins efficace que les casques mais moins encombrant et moins gênants que celui-ci, ils peuvent êtres de différents types (usage unique, réutilisable, avec ou sans arceau ou corde) suivant l'utilisation.

- **Le cas de notre atelier :**

Dans notre atelier les machines sont tous menaient par des moteurs électriques, ces moteurs produisent un niveau sonore bas, mais les opérations d'usinage et de façonnage produisent un niveau sonore un peu élevé, les opérateurs sur ces machines portent des équipements de protection individuels comme les bouchons d'oreille le moment où ils travaillent avec ces machines,



Fig II.19. Casque anti bruit



fig II.20.Les bouchons d'oreilles

II.6.2. l'éclairage :

La protection contre les nuisances de l'éclairage est basée sur un montage technique des lampes pour avoir un éclairage générale confort de l'atelier, peut être suspendu au plafond, et s'il y a des travaux de précision on peut ajouter des lampes montées sur la machine afin d'améliorer la vision avec ces travaux.

Dans notre atelier il y a cinq rangés de lampes suspendues sur le plafond de l'atelier cinquante pourcent de ces lampes en panne, les machines de précision sont dotées par des portes lampes mobiles et orientables avec la nécessité mais ces portes lampes portent pas des lampes.

II.6.3. la température :

La protection des travailleurs contre l'hyperthermie et l'hypothermie est assuré par le conditionnement de l'air dedans, La seul moyen non technique règle la température Dans notre l'atelier est la ventilation naturelle se faite par le passage de l'aire entre les deux porte de l'atelier.

Chapitre III:

Réglementation et comparaison avec la réalité

Chapitre III:

Réglementation et comparaison avec la réalité

Première partie : Réglementation

III-1 Réglementation du bruit

III-1-1 Introduction : Lorsqu'il s'agit de prévention, que cela soit pour le confort acoustique ou les risques ca psychosociaux, le cadre réglementaire est le même pour tous les risques.

Le bruit fait partie des causes de maladies professionnelles depuis 1963. Le principe général de prévention déclare que « **l'employeur est tenu de réduire le bruit au niveau le plus bas raisonnablement possible** ».

Ainsi, l'employeur a pour obligations d'éviter les risques en les combattant à la source, en évaluant ceux qui ne peuvent être évités, en informant les salariés, en les formant, en prenant des mesures de protection collective avant les mesures de protection individuelle.

III-1-2 La directive : C'est la directive européenne 2003/10/CE, traduite en droit français par le décret 2006-892 du 19 septembre 2006 et l'arrêté du 19 juillet 2006, qui fixe les **seuils d'exposition professionnelle** au bruit :

- 80 dB(A) et 135 dB(C) correspondent à la **valeur d'exposition inférieure** qui doit induire une action de prévention,
- 85 dB(A) et 137 dB(C) représentent la **valeur d'exposition supérieure** qui doit engendrer des actions correctives
- 87 dB(A) et 140 dB(C) font figure de **valeur limite d'exposition** (valeur qui tient compte de l'atténuation due au port d'un protecteur individuel contre le bruit) : elle ne doit jamais être dépassée.

A noter que l'exposition moyenne mesurée en dB(A) est de **8 heures** par jour. Pour rappel, le niveau de décibels correspond à la **pression acoustique de crête**, c'est-à-dire des bruits intenses mais courts.

III-1-3 la règles de la réglementation :

S'articulent autour des 3 axes suivants :

1 Réduire le bruit à la source

- Concevoir des machines silencieuses
- Informer sur le niveau sonore des machines
- Insonoriser dès leur conception les locaux où seront installés des équipements de travail susceptibles d'exposer les travailleurs à un niveau sonore quotidien supérieur à 85 dB(a)
- réduire la réverbération
- limiter la propagation du bruit vers les autres locaux

2 Réduire le bruit dans les locaux

- Mettre en œuvre les principes généraux de prévention
- Diminuer le niveau sonore dans les locaux de travail
- Utiliser les locaux conformément à leur destination.

3 Mesurer le risque

- Evaluer le risque
- Protéger les travailleurs.

Les exigences de la réglementation varient en fonction des niveaux d'exposition : le dépassement de certains seuils déclenche une série d'actions à mettre en œuvre par le chef d'entreprise.

L'exposition est évaluée à partir de deux paramètres :

- L'exposition moyenne quotidienne (sur 8 heures : notée $L_{EX,8h}$)

- L'exposition instantanée aux bruits très courts (niveau crête : noté L_{pC}).

Chacun de ces deux paramètres est comparé à 3 seuils :

- Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI) : c'est le seuil le plus bas ; il déclenche les premières actions de prévention ;

- Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS) : c'est le 2e seuil : il déclenche des actions plus sévères. En particulier des actions correctives doivent être mises en œuvre.

- Valeur limite d'exposition (VLE) : ce troisième seuil ne doit être dépassé en aucun cas.

A la différence des seuils précédents, il prend en compte l'atténuation du bruit apportée par les protecteurs individuels.

III-1-4 Résumé de la réglementation dans des tableaux :

Les tableaux ci-après donnent les valeurs de ces seuils pour chacun des deux paramètres d'exposition, puis les actions requises lorsqu'ils sont dépassés

SEUILS	PARAMÈTRES	RÉGLEMENTATION
Valeur d'exposition inférieure déclenchant	Exposition moyenne (Lex,8h)	**80 dB(A)**

SEUILS	PARAMÈTRES	RÉGLEMENTATION
l'action (VAI)	Niveau de crête (Lp,c)	**135 dB(C)**
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	Exposition moyenne (Lex,8h)	**85 dB(A)**
	Niveau de crête (Lp,c)	**137 dB(C)**
Valeur limite d'exposition (VLE*)	Exposition moyenne (Lex,8h)	**87 dB(A)**
	Niveau de crête (Lp,c)	**140 dB(C)**

Tableau III.1 : les valeurs de ces seuils pour chacun des deux paramètres d'exposition

NIVEAU D'EXPOSITION	EXIGENCE

NIVEAU D'EXPOSITION	EXIGENCE
Quel que soit le niveau	Évaluation du risque Suppression ou réduction au minimum du risque, en particulier à la source. Consultation et participation des travailleurs pour l'évaluation des risques, les mesures de réduction, le choix des protecteurs individuels contre le bruit (PICB). Bruit dans les locaux de repos à un niveau compatible avec leur destination.
Au-dessus de la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action(VAI) Lex, (8h) ≥80 dB(A) ou Lp,c ≥135 dB(C)	Mise à la disposition des PICB Information et formation des travailleurs sur les risques et les résultats de leur évaluation, les PICB Examen audiométrique préventif propose
Au-dessus de la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action(VAS) Lex, (8h) ≥85 dB(A) ou Lp,c ≥137 dB(C)	Mise en œuvre d'un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit Signalisation des endroits concernés (bruyants) et limitation d'accès Contrôle de l'utilisation effective des PICB
Au-dessus de la valeur limite d'exposition (VLE) (compte tenu de l'atténuation du PICB) Lex,(8h) 87 dB(A) et Lp,c 140dB(C)	Adoption immédiate de mesures de réduction du bruit Identification des causes de l'exposition excessive et adaptation des mesures de protection

Tableau III.2 : les actions requises lorsqu'ils sont dépassés

III-2 Réglementation de l'ambiance thermique

III-2-1 Introduction :

Le confort thermique est un facteur environnemental essentiel pour assurer au personnel des conditions de travail adaptées à leur travail. Il doit faciliter l'exécution de celle-ci et assurer le bien-être des travailleurs. L'ambiance et le confort thermique sont soumis à la règlementation. Cette contrainte de travail peut être toutefois améliorée par une approche préventive, technique et organisationnelle.

III-2-2 Définition :

Le confort thermique est défini comme « un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique. Au confort thermique correspond une plage de températures qui peut varier selon la sensibilité et l'activité menée par l'occupant (repos, travail léger, activité sportive…)».

Quel que soit les secteurs, les contraintes thermiques varient selon la saison, la nature du poste (actif ou passif) et de l'environnement proche en extérieur ou intérieur (machines, fours, frigo, bureau…).
Ces contraintes produisent divers effets : fatigue, sueurs, maux de tête, nausées et crampes sont les signes précurseurs de troubles plus importants voire mortels (déshydratation, coup de chaleur).
Un autre risque plus connu est lié au contact d'une source de chaleur, ou l'exposition à une source pouvant provoquer des brûlures parfois graves.

De même, le froid peut avoir des répercussions sur la qualité du travail (perte de dextérité, TMS…) et provoquer directement ou indirectement des accidents (glissades,..)
Les effets sur la santé à plus ou moins long terme peuvent aller du simple engourdissement jusqu'à la gelure.

Le risque le plus sérieux reste l'hypothermie avec des troubles de la conscience puis le coma, voire le décès.

Moins connu et pouvant être grave, le choc thermique est un stress physiologique induit par des changements soudains, brutaux ou rapides de la température.

De plus, les environnements agressifs dus aux températures extrêmes comptent parmi les facteurs de pénibilité du Code du travail

Quel que soit les secteurs, les contraintes thermiques varient selon la saison, la nature du poste (actif ou passif) et de l'environnement proche en extérieur ou intérieur (machines, fours, frigo, bureau…).
Ces contraintes produisent divers effets : fatigue, sueurs, maux de tête, nausées et crampes sont les signes précurseurs de troubles plus importants voire mortels (déshydratation, coup de chaleur).
Un autre risque plus connu est lié au contact d'une source de chaleur, ou l'exposition à une source pouvant provoquer des brûlures parfois graves.

De même, le froid peut avoir des répercussions sur la qualité du travail (perte de dextérité, TMS…) et provoquer directement ou indirectement des accidents (glissades..)
Les effets sur la santé à plus ou moins long terme peuvent aller du simple engourdissement jusqu'à la gelure.

Le risque le plus sérieux reste l'hypothermie avec des troubles de la conscience puis le coma, voire le décès.

Moins connu et pouvant être grave, le choc thermique est un stress physiologique induit par des changements soudains, brutaux ou rapides de la température.

De plus, les environnements agressifs dus aux températures extrêmes comptent parmi les facteurs de pénibilité du Code du travail.

III-2-3 Qui est concerné?

Tous les employeurs sont concernés (obligation légale), mais également le maître d'ouvrage qui conçoit les locaux. De plus, le salarié est garant du bon port de ses EPI et des procédures misent en place pour préserver sa santé et doit faire remonter les situations inconfortables.

III-2-4 obligation de l'employeur.

1- Evaluation des risqué:

Il faut prendre en compte plusieurs caractéristiques

- Le travail effectué/ les équipements utilisés.
- Le lieu (intérieur/ extérieur)

- La durée.
- La fréquence.
- La saison (été/ hiver/ intermédiaire).
- Le climat (région).
- Le travail isolé ou en hauteur

Le retour d'expérience doit être pris en compte dans la gestion de ces ambiances afin de connaître les situations à risque.

Par ailleurs, les paramètres physiologiques, la perception et le ressenti des salariés doivent pris en compte. Il est important de faire participer les salariés dans l'évaluation du risque et de faire remonter les situations à risque ou pouvant être améliorées.

2- Appliqué les mesures de prévention (primaire).

2-1 Sur le plan technique : aménagement les locaux de travail (intérieur).

2-2 Sur le plan organisationnel.

- Eviter ou limité le temps d'exposition.
- Mise à disposition d'eau (non glacée).
- Entretien du matériel de chauffage ou de climatisation.
- Repartition des pauses.

2-3 Sur le plans humain: Faire bénéficier les travailleurs d'une information sur les risques qu'ils encourent.

Le risque doit être réduit dans la mesure du possible à la source, c'est à dire en isolant au maximum les locaux afin de conserver des températures dites confortables.

3- Appliqué les mesures de réparation (tertiaire) :

Disposer de SST (Sauveteur Secouriste du Travail) dûment formés et recyclés pour intervenir, et d'un service de santé au travail. Par ailleurs, suivant les conditions des couvertures de survies peuvent être additionnées aux trousses de secours. A noter que dans certain cas, une infirmerie peut être obligatoire.

4- La Protection collectives : climatiseur ou chauffage d'appoint

5- **La Protection individuelle:** Mettre à disposition une tenue de travail adaptée aux conditions thermiques. Impliquer le salarié dans le choix de ses équipements de protection individuel permettant de mieux répondre.

Deuxième partie : L'écart entre la réglementation et la réalité dans l'atelier

A- En ce qui concerne la constatation du bruit:

- Les machines dans l'atelier d'usinage utilisent des moteurs électriques pour leur fonctionnement, ces moteurs fonctionnent génèrent un niveau bas de bruit.
- les opérations de l'usinage de ces machines génèrent un niveau élevé de bruit, le cas du scie mécanique 89 Db et la mortaiseuse 89Db.

B- En ce qui concerne la constatation de la lumière :

- Certaine opération d'usinage nécessite des travaux de précision.
- Le 30 pour cent des lampes du plafond ne s'allument pas.
- les machines possèdent des portes lampes mais sont vides.
- On a des zones sombres où on a enregistré des niveaux très bas d'éclairement, surtout la zone des fours de traitement,

C- En ce qui concerne la constatation de la chaleur :

- Un volume très grand de l'atelier ce qui pas permet de contrôler la chaleur dedans,
- La toiture de l'atelier en tôles de zinc, c'est un bon conducteur de la chaleur du soleil,
- L'absence du système de climatisation de l'atelier,
- L'existence de deux fours de traitement du métal qui génèrent une chaleur de plus qui ne sont pas isolés de l'atelier.
- Deux portes face à face, qui permettent un renouvèlement de d'air de l'atelier.
- Les murs de l'atelier en béton, est un facteur de chauffage.

Conclusion générale

En ce qui concerne la réglementation : pour maîtriser le confort dans les ateliers du travail on va avoir notre propre réglementation algérienne, mais les normes existence sont seulement des normes françaises, et pour les consulter on doit les acheter de l'institut algérien des normes IANOR, comme titre d'exemple la norme NF EN X35-1 3 2013 (Ergonomie, principes d'ergonomie visuelle applicable à l'éclairage des lieux de travail) sa coute 27907.88 DA , et normalement on les consulte gratuitement sur le journal officiel de la république algérienne, cette situation pousse les chercheurs d'élaborer des normes algériennes parce qu' il y a une insuffisance importante en matière de réglementation,

Pour le confort dans notre atelier :

1- La solution du confort sonore est de prendre en considération les travaux avec les opérations d'usinage bruants par des mesures individuelles de protection des travailleurs.
2- La solution pour avoir un confort d'éclairage sa nécessite un budget financier pour acheter des lampes afin qu'elles nous donnent l'éclairement souhaité.
3- La solution pour avoir un confort thermique est de bénéficier de la technologie d'isolement des murs et de la toiture pour stopper l'influences des facteurs météorologique extérieur sur l'atelier puis la Réorganisation de l'atelier par le compartimentage afin d'avoir des petits volumes pour bien maîtriser la température par l'installation des climatiseurs dans chaque compartiment,

Références bibliographique

[1] :livre nuisances sonores, Luise Schriver-Mazouli, page 1-4, 23,39-42, 48-52, 94, achevé d'imprimer par Dupli-print en février 2010, N^0 d'impréssion : 143418 en France.

[2]: Enda Murphy, Eoin A. King, Environnemental Noise Pollution, Industrial and

Construction Type Noise, page 175, 2014

[3] : Directive européenne 2002/49/CE

[4] : Thèse de Marion ALAYRAC, Indicateurs de gêne sonore pour l'étude d'impact du bruit d'un site industriel : caractérisation physique et perceptive , 2009

[5]: Rickie R. Davis, Odile Clavier, Impulsive noise: A brief review, Volume 349, June, Pages 34-36 ,2017

[6] : BARLIER A., SALSI S. Rayonnement infrarouge et cataracte. I.N.R.S., Cahiers de Notes Documentaires, page 161, 469-475,1995

[7]: REA S.M. (ed). Lighting Handbook 8th edition. New York, Illuminating Engineering Society of North America, 1993

[8] :Viola, A.U., James, L.M., Schlangen, L.J.M., &Dijk, D. Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. Scand. J. Work. Environ. Health , page 34 , 297–306,2018

[9] :Leduc D, Woods S. La mesure de la température en pédiatrie. In: Documents de

principes et points de pratique,2003

[10] : I. Sermet-Gaudelus, I. Chadelat : La mesure de la température en pratique quotidienne.29 Juin 2005. Archives de pédiatrie(12):1292‑300.

[11] :Mackowiak P, Wasserman S, Levine M. A critical appraisal oh 98.6°F. The upper limitof the normal body temperature, and other legacies of Carl Reinhold August Wunderlich.JAMA. 1992;1578‑81.

[12] : Moussaid Y, Bertaux M, Chargari C. Fièvre et cancer: éléments de diagnostic pour uneprise en charge adaptée. Elsevier Masson. 2012;La revue de médecine interne(34):545‑52.

[13] :Jonathan Oxer and Hugh Blemings : Cool Projects for Open Source Hardware,445 pages,2009.

[14] :William Sanial « Traité d'éclairage » Cépadués éditions 2005.

[15] :Krama Abdelbasset : Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde, mémoire de fin d'étude pour master, Université Ouargla, 2015.

[16] :Walid Benlahcene : Un éclairage redondant, mémoire de fin d'étude pour d'ingénieur d'état en instrumentation, Université Batna, 2007.