



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie+
Département d'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

Spécialité : ARCHITECTURE

Thématique : Architecture, Environnement et Technologies

Présenté et soutenu par :

Aouragh Noumidia

Le : mardi 22 juin 2021

**Le Thème : La façade intelligente pour contrôler
l'ambiance lumineuse dans les salles de classe.**

Le projet : Institut régional de musique à Biskra

Jury

Dr.	Saadi Mohamed Yacine	MCB	Université de Biskra	Président
Mme	Laouni Ines	MAA	Université de Biskra	Examineur
Dr.	Bouhabla Moufida	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	Meliouh Fouzia	MAA	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2020 - 2021

Remercîment :

Je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier mes parents, qui m'ont fourni une aide décisive durant ces longues années en ARCHITECTURE, sans leur soutien et encouragement je ne serais jamais arrivée à ce point-là.

J'adresse mes profondes gratitudee a : Mme Boukhabla Moufida et Mme Meliouh Fouzia, mes encadreur, j'ai pu profiter de leur connaissance, leur orientation, de leur précieux conseil, qu'elles m'ont apporté, et apprécier leur constante disponibilité.

Merci à vous.

Mes remerciement à Ms. Seghiro Belkacem, et Ms Merad yacine et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Merci à tous ceux qui m'ont profondément soutenu tout au long de cette année et à tous ceux qui m'ont permis de progresser dans l'architecture durant notre cursus.

Mes vifs remerciement vont également aux membre du jury.

Résumé:

La prise en compte de la qualité d'environnement intérieur, notamment la qualité d'ambiance lumineuse durant la conception des établissements d'enseignement musicale permet d'assurer le confort visuel à l'intérieur des salles de classe de musique, et ce qui conduit à l'amélioration du rendement des apprenants qui réagissent à tout moment avec la qualité de l'ambiance lumineuse qui leur est présentée. La préoccupation de l'impact de l'environnement intérieur sur les musiciens à la fois architectural et psychologique, d'après les études approfondies dans le domaine de la psychologie et l'environnement, qui visent à comprendre les relations complexes du duo : homme/ environnement physique.

Dans le climat aride et chaud, le système d'occultation solaire et le contrôle des rayonnements solaires est obligatoire pour assurer le confort interne. Le climat de la ville de Biskra est aride avec un été chaud et sec ainsi que durant la période d'été le rayonnement solaire est très intense, pour cela, la façade intelligente pour contrôler l'ambiance lumineuse à l'intérieur des espaces s'impose.

Cette recherche porte sur l'intégration du système de façade intelligente pour contrôler l'ambiance lumineuse à l'intérieur des salles de classe musicales. Ce système de façade proposé dans un institut régional de musique à Biskra, la recherche est élaborée sur une méthodologie bien définie qui a pour but d'explorer et assurer la répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans les salles de classe musicale et donner des solutions pour contrôler l'ambiance lumineuse intérieure par l'utilisation des façades intelligentes pour une meilleure qualité de confort visuel. Traiter la qualité d'ambiance lumineuse comme un élément contribuant à un meilleur confort visuel dans le processus de conception d'institut régional de musique à Biskra en appelle la façade intelligente. Ainsi que le travail de recherche consistera à essayer de comprendre les techniques et les systèmes d'une façade intelligente pour assurer le confort visuel et contrôler le niveau d'éclairage à l'intérieur des salles de formation de musique. Dans le premier chapitre sera consacré à une étude théorique, concepts et définitions, abordés les concepts ; enjeux des confort lumineux ; la lumière naturelle, ambiance lumineuse, le confort visuel, façade intelligente, institut de musique. Le chapitre deux, se base sur une étude analytique une synthèse d'analyse des exemples, Synthèse d'analyse de site, la programmation, passant par le chapitre trois, étude pratique, Les intentions et L'idée de conception de projet. On termine la recherche du mémoire par une conclusion générale.

Mots-clés : Ambiance lumineuse, Façade intelligente, Les salles de classe.

Abstract:

Taking into account the quality of the indoor environment, in particular the quality of the lightness ambiances during the design of musical education establishments makes it possible to ensure visual comfort inside music classrooms, and what leads improving the performance of learners who react at all times with the quality of the light atmosphere presented to them. The concern for the impact of the indoor environment on musicians both architectural and psychological based on extensive studies in the field of psychology and the environment, which aim to understand the complex relationships of the duo: man / physical environment.

In the arid and hot climate, the solar shading system and solar radiation control is mandatory to ensure internal comfort. The climate of the city of Biskra is arid with a hot and dry summer as well as during the summer period the solar radiation is very intense, for this, the intelligent facade to control the light atmosphere inside the spaces imposed.

This research focuses on the integration of the intelligent facade system to control the lighting environment inside music classrooms. This facade system proposed in a regional music institute in Biskra, research is developed on a well-defined methodology which aims to explore and ensure the harmonious distribution of natural light in musical classrooms and provide solutions for control the interior lighting environment by the use of intelligent facades for a better quality of visual comfort, Treat the quality of lighting environment as an element contributing to better visual comfort in the design process of the regional music institute in Biskra in appeal the intelligent facade. As well as the research work will consist of trying to understand the techniques and systems of an intelligent facade to ensure visual comfort and control the level of lighting inside music training rooms. In the first chapter will be devoted to a theoretical study, concept and definitions, addressed the concepts; challenges of light comforts; natural light, bright atmosphere, visual comfort, intelligent facade, music institute. Chapter two is based on an analytical study a synthesis of analysis of the examples, Synthesis of site analysis, programming, going through chapter three, practical study, Intentions and design of the project. End the research of the dissertation with a general conclusion.

Keywords: Lightness ambiances, Light atmosphere, Intelligent facade, Classrooms.

Sommaire

Remercîments
Résumé
Liste des figures
Liste des tableaux

CHAPITRE INTRODUCTIVE

Introduction générale
1- **Problématique**
2- **Hypothèse**
3- **Objectifs**
4- **Méthodologie du mémoire**
5- **Structure du mémoire**

CHAPITRE 01 ETUDE THEORIQUE CONCEPTS ET DEFINITIONS

I. ENJEUX DE CONFORT LUMINEUX.

Introduction	1
1- La course solaire.....	1
2- L'azimut du soleil	1
3- La hauteur angulaire du soleil.....	2
4- les sources lumineuses.....	2
4.1. Les sources lumineuses primaires, le soleil.....	2
4.1.1. Le rayonnement solaire.....	2
4.1.1.1. Les différents types de rayonnement solaire.....	3
4.1.2. L'éclairage solaire global.....	3
4.2. Les sources lumineuses secondaires, le ciel.....	4
A- La lumière naturelle	
1-Définition de la lumière naturelle.....	5
2-Rôles de la lumière naturelle dans le projet architecturale.....	5
3-Effets de la lumière naturelle dans l'espace architecturale.....	5
4-La lumière sert le lien entre l'intérieur et l'extérieur.....	5
5-Les grandeurs photométriques.....	6
6-La stratégie de l'éclairage naturel.....	7
7-Les types d'éclairage naturel.....	8
B- La notion de l'ambiance	
1-Définition d'Ambiance	9
2-Définition d'Ambiance lumineuse.....	9
3-Les éléments interagissent dans une ambiance lumineuse.....	9
4-Principaux paramètres de l'ambiance lumineuse.....	9
5-Rôle de l'ambiance lumineuse.....	10
6-Les types d'ambiances lumineuses.....	11
7-Qualifier ambiance lumineuse.....	12
8-L'ambiance lumineuse dans les salles de classe musicale.....	13
9-Les réglementations et les recommandations de conceptions des classes musicales en Algérie	14

C- L'éblouissement	
1-Définitions.....	15
2-Types d'éblouissement.....	16
2.1.L'éblouissement d'inconfort « gênant » Ou éblouissement psychologique.....	16
2.2.L'éblouissement d'incapacité « invalidant ou Perturbateur » ou éblouissement physiologique.....	16
D- Le confort visuel	
1-Définition du confort.....	17
2-Définition du confort visuel.....	17
3-Les critères du confort visuel.....	17
4-Les paramètres du confort visuel	17
4.1. Les paramètres liés à la quantité de lumière.....	17
4.1.1 Eclairage.....	18
4.1.2 La luminance.....	18
4.1.3 Type de fenêtres.....	18
4.2. Les paramètres liés à la qualité de lumière.....	18
4.2.1 Facteur lumière jour (FLJ).....	18
4.2.2 Répartition harmonieuse de la lumière.....	19
4.2.3 Eblouissement.....	19
4.2.4 Absence d'ombre gênante.....	19
4.2.5 Les facteurs physiologiques.....	19
4.2.6 Les facteurs psychologiques.....	19
5-Les éléments du confort visuel dans les salles de classe musicale.....	20
II. FACADE INTELLIGENTE	
1-Définition de la façade intelligente (FI).....	20
2-Caractéristiques des Façades intelligentes.....	21
3-Les fonctions de la façade intelligente.....	21
4-Mécanisme de la façade intelligente.....	21
4.1. Collectes de données.....	21
4.2.Système gestion du bâtiment (SGB)	22
4.3. Réaction.....	22
5- La conception d'une façade intelligente.....	22
5.1. Les acteurs.....	22
5.2. Les facteurs affectant sur la conception.....	23
6- Les systèmes de la façade intelligente.....	24
7-Classification de la façade intelligente selon la réponse à l'agent d'adaptation.....	24
8-Les types de contrôle des systèmes adaptatifs de L'FI.....	24
8.1.Contrôle Closed-loop.....	24
8.1.1.Le comportement de contrôle Closed-loop.....	24
8.1.2.Les éléments de base de contrôle Closed-loop.....	25
8.2.Contrôle Open-loop.....	25
8.2.1.Le comportement de contrôle Open-loop.....	25
8.2.2.Les éléments de contrôle Open-loop.....	25
9-Les matériaux intelligents.....	25
9.1.Définition.....	25
9.2.Types de matériaux intelligents.....	26
10-Les façades adaptatives au climat.....	26
10.1.Institut de monde arabe.....	26
10.2.Al Bahar tours.....	27

10.3 Kiefer technic showroom.....	28
10.4 Centre d'Architecture HelioTrace.....	28

III- INSTITUT DE MUSIQUE

1-La culture.....	29
1.1.Définition de la culture.....	29
1.2.Champs culturels.....	29
1.3.Définition de l'équipement culturel.....	29
1.4.Type des équipements culturels.....	29
1.5.Classification des équipements culturels.....	29
2-Education.....	30
2.1.Définition du l'éducation.....	30
3- La musique.....	30
3.1.Définition de la musique.....	30
4-Genèse de la pratique de la musique.....	30
5-Enseignement de la musique.....	30
6-Établissement d'enseignement de la musique au niveau internationale.....	30
6.1. La cité de la musique.....	31
6.2. Institut de musique.....	31
6.3. Ecole de musique.....	31
6.4. Conservatoire de musique.....	31
7-Etablissement d'enseignement de la musique en Algérie.....	31
8-Missions d'institut de musique.....	32
Conclusion.....	32

CHAPITRE 02

ETUDE ANALYTIQUE

Introduction.....	33
1-music school, Claude Debussy.....	33
1.1.Fiche technique.....	33
1.2.Contexte.....	33
1.2.1. Environnement lointaine.....	33
1.2.2. Environnement immédiat.....	34
1.3.Organisation fonctionnelle et spatiale.....	34
1.4.Ordre des façades.....	35
1.5.Attributs d'ambiances dans les salles de classe musicale.....	36
2-École de musique régionale et salle de concert Ventspils.....	37
2.1.Fiche technique.....	37
2.2.Contexte.....	37
2.2.1. Environnement lointaine.....	37
2.2.2. Environnement immédiat.....	37
2.3.Organisation fonctionnelle et spatiale.....	38
2.4.Ordre des façades.....	38
2.5.Attributs d'ambiances dans les salles de classe musicale.....	39
3-École de musique d'Elancourt.....	39
2.1. Fiche technique.....	39
2.2. Contexte.....	40
2.2.1. Environnement lointaine.....	40
2.2.2. Environnement immédiat.....	40

2.3. Organisation fonctionnelle et spéciale.....	40
2.4. Ordre des façades.....	41
2.5. Attributs d’ambiances dans les salles de classe musicale.....	41
4-Institut régional de musique à Biskra.....	42
4.1.Fiche technique.....	42
4.2.Contexte.....	42
4.2.1. Environnement lointain.....	42
4.2.2. Environnement immédiat.....	42
4.3.Organisation fonctionnelle et spatiale.....	43
4.4.Ordre des façades.....	44
4.5.Attributs d’ambiances dans les salles de classe musicale.....	44
5-Synthèse générale d’analyse des exemples.....	45
6-Analyse de site.....	46
6.1. Identification de site.....	46
6.1.1. Situation de la ville de Biskra.....	46
6.1.2. Analyse du contexte physique.....	46
a-Le climat.....	47
b-La température.....	47
c-L’humidité relative de l’air.....	47
d-Le régime des vents.....	47
e-Les précipitations.....	47
6.2. Identification de terrain.....	48
6.2.1.Situation du terrain.....	48
6.2.2.Limites de terrain.....	48
6.2.3.Accessibilité du terrain.....	49
6.2.4.La morphologie de terrain.....	49
6.2.5.Etude d’ensoleillement et des vents.....	50
7-Synthèse d’analyse de site.....	51
8-Programmation.....	51
8.1.Programme quantitatif d’institut régional de musique de Biskra.....	52
8.2.Programme quantitatif d’école de musique Elancourt.....	52
8.3.Programme quantitatif d’école de musique Claude Debussy.....	53
8.4.Programme quantitatif d’école de musique Ventspils.....	53
8.5.Programme officiel.....	54
8.6.Programme proposé.....	56
Conclusion	57

CHAPITRE 03

ETUDE PRATIQUE

Introduction :	58
I-Les intentions.....	58
II-Les éléments de passages.....	59
II.1-Idée de conception.....	59
Conclusion.....	60
Conclusion Générale :.....	61

Liste des figures :

Chapitre I : Concepts et définitions :

Figure 01 : Azimut et hauteur angulaire de soleil.

Figure 02 : Répartition du spectre solaire.

Figure 03 : L'éclairement solaire global.

Figure 04 : Les quatre types de ciel standard.

Figure 05 : La Fondation Lang Tadao Ando.

Figure 06 : Les quatre notions de la photométrie.

Figure 07 : Stratégie de l'éclairage naturel.

Figure 08 : Exemple de l'éclairage latéral.

Figure 09 : Exemple de l'éclairage Zénithal.

Figure 10 : Représentation schématique de l'ambiance lumineuse

Figure 11 : L'ambiance de la lumière du jour.

Figure 12 : représente les types d'ambiance lumineuse.

Figure 13 : Les paramètres de l'ambiance lumineuse.

Figure 14 : les réflectivités recommandées par la société américaine d'éclairagisme pour les bureaux.

Figure 15 : Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance.

Figure 16 : diagramme de Kristof.

Figure 17 : Définition de facteur de lumière de jour.

Figure 18 : relation entre la température de couleur et l'ambiance dans la pièce.

Figure 19 : comparaison entre le mécanisme du corps humain et de la façade intelligente.

Figure 20 : concepts de contrôle de l'adaptabilité contrôle closed-loop.

Figure 21 : concepts de contrôle de l'adaptabilité contrôle Ooen-loop

Figure 22 : La façade dynamique sud de l'institut du monde arabe à paris.

Figure 23 : Le système dynamique d'ombrage a Al Bahar Tours.

Figure 24 : Unité d'ombrage à différents états fermée, semi-fermée, ouverte.

Figure 25 : Le système d'ombrage de showroom a Autriche 2007.

Figure 26 : Les modifications du comportement cinétique pendant la journée à Heliotrace.

Chapitre II : Etude analytique :

Figure 01 : Localisation d'école de musique Claude Debussy.

Figure 02 : école de musique Claude Debussy

Figure 03 : représente l'accessibilité de l'école de musique Claude

Figure 04 : la façade intelligente d'école musique Claude Bussy

Figure 05 : la façade intelligente d'école musique Claude Bussy

Figure 06 : les salles de classe musicale de école de musique Claude Bussy

Figure 07 : Ecole de musique Ventspils.

Figure 08 : localisation d'école de musique Ventspils.

Figure 09 : la façade intelligente d'école de musique Ventspils

Figure 10 : système de façade intelligente d'école de musique Ventspils.

Figure 11 : Les salles de classe musicale d'école de musique Ventspils.

Figure 12 : Localisation de musique d'Elancourt

Figure 13 : école de musique Elancourt

Figure 14 : école de musique Elancourt

Figure 15 : la façade d'école de musique Elancourt.

Figure 16 : Paroi en mushrabiah à l'école de musique Elancourt

Figure 17 : Les salles de classe musicale d'école de musique Elancourt

Figure 18 : Localisation d'institut de musique de Biskra

Figure 19 : Plan de masse d'institut de musique de Biskra

Figure 20 : institut de musique de Biskra

Figure 21 : Volume d'institut de musique de Biskra

Figure 22 : La façade principale de l'institut de musique- Biskra

Figure 23 : La façade Sud de l'institut de musique- Biskra

Figure 24 : La salle de classe musicale de l'institut de Biskra, orientation Ouest

Figure 25 : La salle de classe musicale de l'institut de Biskra, orientation Nord.

Figure 26 : Carte géographique de l'Algérie

Figure 27 : Interprétation des données météorologiques de la ville de Biskra

Figure 28 : Image satellite de la wilaya de Biskra.

Figure 29 : Image satellite de la wilaya de Biskra, représente les limites de terrain

Figure 30 : Image satellite de la wilaya de Biskra, représente l'accessibilité de terrain

Figure 31 : Image satellite de la wilaya de Biskra.

Figure 32 : Coupe schématiser montre la forme du terrain

Figure 33 : Image satellite du terrain de projet, représente les données de la position du soleil dans le ciel en mois de juin sur le terrain.

Figure 34 : Image satellite du terrain de projet, représente les données de la position du soleil dans le ciel en mois de janvier sur le terrain

Figure 35 : Image satellite du terrain, représente les vents chauds et les vents froids

Liste des tableaux :

Chapitre I : Concepts et définitions :

Tableau 01 : le niveau d'éclairément standard pour les espaces d'étude

Tableau 02 : indice UGR.

Tableau 03 : Les principales caractéristiques des façades intelligentes.

Tableau 04 : les dimensions et le but des réactions des façades intelligentes

Tableau 05 : les acteurs de conception de FI

Tableau 06 : les différents systèmes de la FI

Chapitre II : Etude analytique :

Tableau 01 : Synthèse analyse des exemples.

Tableau 02 : tableau montre l'élévation et l'azimut du soleil sur le terrain en mois de juin

Tableau 03 : tableau montre l'élévation et l'azimut du soleil sur le terrain en mois de janvier.

Tableau 04 : Programme quantitatif d'école de musique Elancourt.

Tableau 05 : Programme quantitatif d'école de musique Claude Debussy.

Tableau 06 : Programme quantitatif d'école de musique Ventspils.

Tableau 07 : Programme officiel.

Tableau 08 : Programme proposé.

I/ CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction Générale :

La lumière naturelle est un gage de confort et de bonne humeur. Est l'une des ressources les plus importantes, une énergie naturelle vitale pour tout être humain vitale.¹ L'éclairage naturel est devenue une source d'inspiration pour les architectes tels que Frank Lloyd Wright et Louis Kahn. En effet, l'intégration de la lumière de jour dans l'architecture et l'améliorer en architecture offre des bénéfices, l'une de ces bénéfices est la recherche du confort visuel et du bien-être ainsi que la recherche de l'efficacité énergétique et la maîtrise de la consommation énergétique.

Les stratégies de l'éclairage naturel peuvent contribuer à réduire la consommation énergétique dans les bâtiments ainsi que les émissions de gaz à effet de serre par la réduction des besoins de leur éclairage électrique et de refroidissement (Scartezzini et al, 1993, 1994).² C'est pour cette raison que le recours de la lumière naturelle dans les espaces intérieurs doit prendre en compte. La lumière du jour en général, et la lumière du soleil en particulier, sont vitales pour la vie sur terre, elle est apparue comme un outil architectural riche, elle peut sculpter un bâtiment par sa pénétration sur les espaces intérieurs et son absence favorise des conditions propices à la maladie et d'inconfort.

La pénétration de la lumière naturelle dans un espace architectural est plus qu'une solution technique a un problème d'efficacité énergétique mais c'est une solution améliorée le confort visuel par la recherche de l'ambiance lumineuse homogène à l'intérieur des espaces.

L'ambiance lumineuse de confort est un paramètre important qu'on doit prendre en compte pour le bon déroulement des tâches. Si un des paramètres de confort qui caractérise la qualité de l'ambiance lumineuse dans les espaces intérieurs est défavorisé, l'ambiance lumineuse ne sera pas convenable cela conduit à une ambiance non homogène et d'inconfort. Une définition proche chez Narboni (Narboni 2006) pour qui une ambiance lumineuse est définie comme étant (le résultat d'une interaction entre une ou des lumières, un individu, un espace et un usage. Cette interaction influence la perception et le ressenti de l'espace illuminé).³

Pour cela l'utilisation réussie des technologies développées y compris l'informatique dans l'architecture est une solution pour réduire la consommation d'énergie électrique et les émissions de gaz à effet de serre ainsi que l'application des techniques développées dans les bâtiments grâce auquel nous pouvons contrôler la lumière naturelle dans les espaces intérieurs pour une ambiance lumineuse homogène et une sensation de confort visuel.

L'idée de contrôler le climat est une méthode rudimentaire, elle est apparue pour la première fois en Allemagne et en Grande-Bretagne⁴. Les serres sont le point de départ de l'adoption d'une modernisation concrétisée en architecture moderne et la rupture avec l'architecture traditionnelle⁵. Pour protéger le climat, les serres de verre a été conçue pour contrôler artificiellement l'atmosphère. Par des agriculteurs ont été à l'origine de l'idée de

¹ Article par Lycie dans Architecture, Technique de construction sur 6 juillet 2020, L'importance de la lumière naturelle dans l'architecture.

² Thèse de maîtrise, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011.

³ Article par Salma Chaabouni, Jean-Claude Bignon, Gilles Halin, conception des ambiances lumineuse ; Navigation et raisonnement par l'image pour la formation des intentions. 20 Jun 2013.

^{4 5} Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

réalisation, en octobre 2000, du programme de l'Union Européenne « COST C13 Verre et enveloppes de bâtiment interactif », qui a vu la participation de 16 pays européens et des États Unis d'Amérique représentés par Lawrence laboratoires de Berkeley et dont l'issue finale a été la recherche d'interactifs utiles et fiables qui pourraient déplacer l'idée de la conception de la façade intelligente du domaine de la fantaisie au bâtiment réel⁶.

Cette dernière est l'un des systèmes de bâtiment intelligent. Qui a pour objectif de concevoir des systèmes permettant l'intégration de fonctions ou services indispensables adaptés aux besoins des utilisateurs dans l'habitat.⁷ Une construction intelligente doit tenir en compte de l'environnement climatique : soleil, vent, pluie, orientation des pièces en fonction de leurs usages.⁸

Pour cela la façade intelligente intègre des dispositifs d'ombrage automatique variables qui contrôlent la lumière naturelle dans les espaces intérieurs pour le bien être des usagers ainsi que l'adaptabilité de la façade permettent d'agir comme un mécanisme régulateur climatique tout en assurant la réduction de la quantité d'énergie nécessaire et obtenir des conditions internes confortables et une bonne qualité d'ambiance lumineuse.

L'architecture, la technologie, la culture sont naturellement cohérentes, elles ont la même raison d'être et le même but. La notion moderne de la culture est connue depuis le XVIIIe siècle⁹. La culture offre le moyen d'exprimer la créativité, de renforcer les liens sociaux et de préserver le sentiment d'appartenance à la communauté. Les activités culturelles offrent de divertissement, de détente, des occasions de loisir, d'apprentissage et de partage d'expérience avec d'autres. La transmission et la conservation et l'enseignement de la culture musicale dans les établissements de musique servent à développer diverses compétences utiles; la sensibilité, l'imagination, ainsi que le chant et audition permettent de découvrir d'autre réalité culturelles.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le travail de cette recherche, tout le long duquel, il s'efforcera de contrôler l'ambiance lumineuse dans les salles de classe musicale par la façade intelligente pour atteindre une uniformité de lumière a l'intérieurs des salles de formation musicale et une bonne homogénéité d'ambiance lumineuse et une sensation de confort visuel pour les musiciens.

Dans le premier chapitre consiste à une étude théorique, pour bien comprendre les aspects théoriques et des notions en rapport avec la thématique de la recherche, La façade intelligente pour contrôler l'ambiance lumineuse dans les salles de classe musicale, abordée les concepts ; Enjeux des confort lumineux qui consiste des concepts ; la lumière naturelle, l'ambiance lumineuse, l'éblouissement, confort visuel, et une étude théorique sur les façades intelligentes et tout ce qui concerne la culture musicale et l'établissement d'enseignement de musique. Passant par le deuxième chapitre qui sera consacré à l'étude analytique, des analyses des différents instituts de musique, une synthèse d'analyse des exemples, l'analyse et une synthèse de site, explorer les programmes des projets analysés, afin de proposer un programme. En fini les études de la recherche du mémoire par une

⁶ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT visuel, présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

⁷ T.I.C. et développement durable: Les conditions du succès. 2010. De Sylvie Fauchaux, Christelle Hue, Isabelle Nicolai.

⁸ Michel CRISINEL, Glass& Interactive Building Envelopes, IOS Press, 2007, 308 pages, p29.[en ligne] :<http://books.google.dz/> [consulté 18 avril 2018].

⁹ Le développement des notions de culture et d'identité : un itinéraire ambigu, Dans Carrefours de l'éducation. Mis en ligne sur Cairn.info le 01/01/2008, <https://doi.org/10.3917/cdle.014.0002>.

étude pratique qui se base sur les intentions, idée de conception. On termine la recherche du mémoire par une conclusion générale.

Problématique :

Le confort visuel et la qualité de l'environnement intérieur sont des éléments importants qui doivent en prendre en compte dans l'architecture et ils font l'objet d'intérêt croissant. L'une des raisons est le coût économique avancé par quelques chercheurs, ainsi que pour offrir une qualité d'ambiance lumineuse adéquate et homogène, pour une meilleure performance et une sensation de confort, le bien-être des occupants. L'ambiance lumineuse de confort est l'une des plus importants paramètres qui doit être accompli pour le bon déroulement de ces tâches.

L'intégration de la lumière naturelle dans la conception joue le rôle d'optimisation de la qualité des ambiances lumineuse dans les espaces intérieurs, notamment, les salles de formation de musique qui nécessitent une ambiance lumineuse suffisante et un confort visuel pour un bon apprentissage et une bonne application. Le principe d'éclairer naturellement est un moyen architectural d'exprimer par la création certain d'ambiance lumineuse dans l'espace. Eclairage ambiant est un art de créativité par la pénétration et le jeu de lumière naturelle à l'intérieur, qui va produire une ambiance homogène, spacieuse et reposante. On peut dire que la lumière naturelle a une grande influence sur le confort visuel et la qualité d'ambiance lumineuse à l'intérieur des espaces architecturaux.

Une mauvaise qualité de l'ambiance lumineuse à l'intérieur des salles de formation musicale influence sur l'efficacité et la rapidité à la réalisation de tâches éducatives musicale. La notion d'ambiance lumineuse se caractérise par des notions de confort visuel, son aspect dépendra à des paramètres. Si un des paramètres est mal accompli, l'ambiance lumineuse ne sera pas satisfaisante et le recours à l'éclairage électrique sera nécessaire, ce qui entraînera une architecture moins durable.

Il est important de fournir les conditions les plus adéquates à l'exercice de la tâche d'enseignement pour de bonnes performances ainsi que la notion de santé des usagers.

L'utilisation réussie des technologies y compris l'informatique, est la principale caractéristique des bâtiments intelligents et la technologie des façades. La façade intelligente est la façade qui utilise une méthode d'auto contrôle pour la protection thermique et les normes de contrôle du rayonnement solaire et s'adaptant dynamiquement aux changements survenant aux conditions d'éclairage et climatiques tout en intégrant au bâtiment d'autres services¹⁰. (Compagno, Andrea, 1999, P.7). La façade intelligente est abordée pour équilibrer entre l'environnement externe et interne, elle est différemment des types de façade traditionnel. Elle est l'un des systèmes de bâtiment intelligent d'un mécanisme de contrôle centralisé ou système distribué.

En Algérie l'application des normes de confort visuel est négligée, les architectes doivent se mettre au diapason des pays développés où le confort visuel est devenu une réalité, doivent tenter, de s'aligner sur le concept de la façade intelligente¹¹. Ils ont besoin de s'émanciper, d'actualiser leurs travaux, d'adopter des éléments nouveaux et de sortir du

¹⁰ Intelligent Glass Facades by Andrea Compagno, 4th edition, 1999, p.7.

¹¹ ¹² Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT visuel, Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

système de construction traditionnel qui, aujourd'hui, ne répond plus au confort des occupants.¹²

Cette recherche porte sur l'intégration du système de façade intelligente pour contrôler l'ambiance lumineuse à l'intérieur des salles de classe musicale pour atteindre une bonne qualité d'ambiance lumineuse. Ce système de façade proposé dans un institut régional de musique à Biskra. Le système de réponse d'agent d'adaptation réagit d'une manière dynamique tout en offrant un dynamisme sur la façade et un aspect esthétique extérieur et une ambiance lumineuse intérieur homogène. A travers ce constat, la recherche consistera à essayer de comprendre :

- 1- Comment passer d'une idée d'ambiance lumineuse à une solution architecturale ?
- 2- Quelles sont les techniques et les systèmes d'une façade intelligente pour assurer le confort visuel et contrôler le niveau d'éclairément à l'intérieur des salles de classe musicale ?

Hypothèse :

Les façades intelligentes pourraient contrôler l'ambiance lumineuse et assurer une répartition harmonieuse de la lumière dans les salles de classe musicales pour obtenir une bonne qualité d'éclairément.

Objectifs :

La recherche vise à :

- 1- Explorer et assurer la répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans les salles de classe musicale et donner des solutions pour contrôler l'ambiance lumineuse intérieure par l'utilisation des façades intelligente pour une meilleure qualité de confort visuel.
- 2- traiter la qualité d'ambiance lumineuse comme un élément contribuant à un meilleur confort visuel dans le processus de conception d'institut régional de musique à Biskra en appel la façade intelligente.
- 3- L'adaptation de la façade dynamique pour une meilleure qualité intérieure d'ambiance lumineuse.

Méthodologie du mémoire :

La première partie de la recherche consiste à une étude théorique, pour présenter quelques aspects théoriques du sujet tel que ; Définition approfondie des mots clés, ambiance lumineuse, le confort visuel, façade intelligente, les instituts de musique. La deuxième partie de cette démarche, sera consacrée à l'étude analytique, une synthèse d'analyse des exemples, Synthèse d'analyse de site, la programmation. Dans Le troisième chapitre de la recherche, qui se base sur une étude pratique, Les intentions et les éléments de passage (idée conceptuel) en conclut par une conclusion générale.

Structure du mémoire :

Le contenu du mémoire de recherche se développe depuis le chapitre introductif, qui sera consacrée à l'introduction générale qui synthétise le mémoire, et une présentation de la formulation de la problématique et l'hypothèse de la recherche, déterminer les objectifs du mémoire puis une explication de la méthodologie et de la structure de mémoire. Passant par une étude théorique concept et définition, comportant l'ensemble des notions en rapport avec la thématique de la recherche FACADE INTELLIGENTE POUR CONTROLER L'AMBIANCE LUMINEUSE DANS LES SALLES DE CLASSE, abordée les concepts ; les enjeux des confort lumineux, façade intelligente, institut de musique.

Le chapitre deux sera consacré à l'étude analytique, des analyses des différents instituts de musique, l'analyse de site, explorer les programmes des projets analyser, afin de proposer un programme. En fini les études de la recherche du mémoire par une étude pratique, dans le troisième chapitre qui se base sur les intentions, les éléments de passage, idée de conception. En termine la recherche du mémoire par une conclusion générale.

CHAPITRE 01
ETUDE THEORIQUE
CONCEPTS ET DEFINITIONS

I. ENJEUX DES CONFORTS LUMINEUX.

Introduction :

Le rayonnement solaire et la lumière du jour sont essentiels à la vie sur terre. Le rayonnement solaire affecte les processus météorologiques de la Terre qui déterminent l'environnement naturel¹³. Il est important de prendre en compte la physique du rayonnement solaire et la position du soleil dans le ciel, car cette information est indispensable pour utiliser l'influence du Soleil dans le choix et le traitement d'un site ainsi que le choix de l'exposition du projet et l'implantation du système de la façade intelligente et l'éclairage naturel à l'intérieur des salles de classe musicale et notamment l'emplacement des fenêtres.

Le rôle de l'enveloppe et de la façade est de maintenir le confort et la sécurité de l'intérieur contre l'environnement extérieur (Tucker, 2014).¹⁴ « Une construction intelligente doit tenir en compte de l'environnement climatique : soleil, vent, pluie, orientation des pièces en fonction de leurs usage¹⁵ ». Les façades intelligentes est d'une importance primordiale pour tout ce qui concerne la durabilité en termes ressources et d'économies d'énergie et notamment pour l'amélioration de la qualité d'ambiance lumineuse.

Dans ce chapitre poste une recherche théorique sur l'ensemble des notions qui en rapport avec la thématique de la recherche façade intelligente pour contrôler l'ambiance lumineuse dans les salles de classe musicale, abordée les concepts ; la lumière naturelle, l'ambiance lumineuse, l'éblouissement, confort visuel, passant par une étude théorique sur la façade intelligente et tout ce qui concerne la culture musicale et l'établissement d'enseignements de musique.

1- La course solaire :

L'emplacement du soleil dans le ciel est défini par la course solaire qui est repéré par son azimut et sa hauteur angulaire par rapport au système Terre-Soleil ainsi est connue la direction du rayonnement solaire et peuvent être calculées les surfaces ensoleillées du bâtiment, ces calculs tiendront compte des effets d'ombrage dus au relief, au cadre bâti, à la végétation ou au bâtiment lui-même. L'ensoleillement est caractérisé par la trajectoire du soleil et la durée d'ensoleillement. la situation du système terre-soleil déterminent la position du soleil, qui est repéré selon deux angles : l'azimut γ et la hauteur angulaire α .¹⁶

2- L'azimut du soleil :

L'azimut " γ " du Soleil est l'angle créé entre le plan vertical passant à la fois par le Soleil et par le lieu considéré, et le plan vertical N-S. Cet angle vaut 0° au sud et est conventionnellement positif vers l'ouest et négatif vers l'est, l'azimut journalier atteindra des valeurs minimales en hiver et maximales en été.¹⁷

3- La hauteur angulaire du soleil α :

^{13 16 17} Analyse de l'efficacité lumineuse et énergétique des composantes fenêtres dans la conception du bâtiment : compromis entre confort thermique et confort visuel, Hamza Cherif Yamina. 2012

¹⁴ Mémoire de maîtrise, Les façades dynamiques; moyen de contrôle solaire pour accroître l'efficacité énergétique des équipements administratifs en climat aride - Biskra

¹⁵ Article, Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective: cas de la nouvelle ville ali mendjeli, Constantine. 2009, par S. BELLARA LOUAFI et S. ABDOU.

Est l'angle que fait la direction du soleil avec le plan de l'horizon. La valeur de cet angle est minimale au solstice d'hiver et maximum au solstice d'été, Voici la formule de la hauteur du soleil α à midi ¹⁸:

Au solstice d'été : $\alpha = 90^\circ - \text{latitude} + 23^\circ 27'$.

Au solstice d'hiver : $\alpha = 90^\circ - \text{latitude} - 23^\circ 27'$.

- La course solaire détermine la durée d'ensoleillement et l'angle d'incidence. Ce dernier influe sur l'intensité du rayonnement.
- La hauteur du soleil à un effet direct sur la pénétration des rayons.

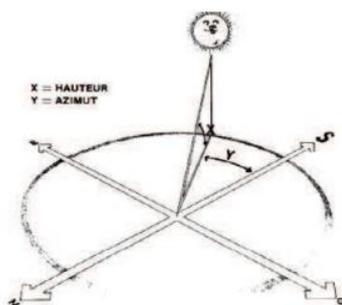


Figure 1 : azimut et hauteur angulaire de soleil. (Source : Mémoire de Master, Lumière naturelle, confort visuel et éco-conception des bibliothèques universitaires).

4- Les Sources lumineuses :

4.1. Les sources lumineuse primaires : La source principale "le soleil" :

Notre étoile, le soleil, est une source primaire de lumière qui se trouve à la centrale de notre système planétaire; il a une dimension gigantesque par rapport à la terre avec un diamètre de 1 390 000 km, une masse de $1,989 \times 10^{30}$ kg et une température qui est entre 5800 et 15 millions °C, cette source lumineuse transforme une partie de son énergie nucléaire en énergie lumineuse qui peut éclairer tout l'univers. Le soleil émet de la lumière blanche ou lumière visible mais aussi d'autres rayonnements appartenant au spectre électromagnétique comme les rayonnements infrarouges et l'ultraviolet¹⁹.

4.1.1. Le rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est l'ensemble des ondes électromagnétiques émises par le Soleil. Il se compose donc d'ultraviolets, de la lumière visible, mais également d'ondes radio en plus de rayons cosmiques, le rayonnement solaire qui arrive au niveau du sol est composé des ondes correspondant aux domaines proches du visible.²⁰

Le rayonnement infrarouge représente 49% de l'énergie totale émise par le soleil, le domaine visible recouvre 46% et l'ultraviolet 5%, environ 35% du rayonnement solaire capté par l'atmosphère est réfléchi vers l'espace Au cours de sa traversée de l'atmosphère, une partie du rayonnement solaire subit une diffusion au contact de molécules d'air, d'aérosols et de particules de poussière, d'autre part, la vapeur d'eau, le gaz carbonique et l'ozone de l'atmosphère absorbent 10 à 15% du rayonnement solaire. L'épaisseur d'atmosphère que le rayonnement solaire doit traverser permet d'évaluer la quantité du rayonnement solaire qui

¹⁸ Analyse de l'efficacité lumineuse et énergétique des composantes fenêtres dans la conception du bâtiment : compromis entre confort thermique et confort visuel, Hamza Cherif Yamina. 2012.

^{19 20} Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques. Spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011.

atteint la surface de la terre, lorsque le soleil est en haut dans le ciel, ses rayons doivent traverser une épaisseur d'air plus faible que lorsqu'il est bas sur l'horizon, et lorsque l'altitude augmente, la couche atmosphérique à traverser est plus réduite et l'intensité de rayonnement s'accroît et le contraire se produit au coucher du soleil, les rayonnements solaires sont affaiblis.²⁰

1-1- Les différents types de rayonnement du spectre solaire :

Le spectre solaire se répartit en trois types de rayonnement ²¹:

1. Les ultraviolets (UVA et UVB) : ils ont une longueur d'onde comprise entre 280 et 340 nm. Ils représentent environ 5 % de la quantité totale du rayonnement solaire.
2. La partie visible du spectre : Il s'agit de la partie du rayonnement solaire compris entre 340 et 780 nm. C'est dans ce domaine visible que l'énergie solaire est la plus intense. Elle représente 50 % de la quantité totale du rayonnement solaire.
3. Les infrarouges (IRA et IRB) : qui correspondent aux longueurs d'ondes comprises entre 780 et 2500 nm. Ils représentent environ 45 % du spectre solaire.

4.1.2. L'éclairage solaire global :

Le rayonnement émis par le soleil constitue un spectre continu allant des ultra-violetes à l'infrarouge en passant par le visible où il émet le maximum d'énergie, en traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire incident se décompose en une composante directe, qui atteint la surface terrestre sans modifier sa trajectoire et une composante diffuse, qui atteint la surface après absorption et réémission dans l'atmosphère, donc, le rayonnement solaire global est la somme du rayonnement solaire diffus, du au ciel et du rayonnement solaire direct.²²

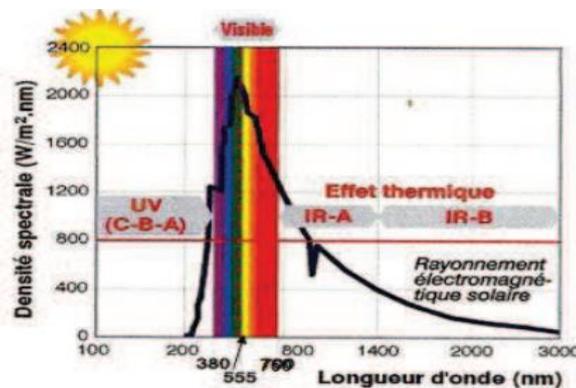


Figure 2 : Répartition du spectre solaire. (Source : Site architecture et climat PDF le confort visuel et ses paramètres. Dr. Magali BODRAT (07/01/2011).

²⁰ ²¹ ²² Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques. Spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011.

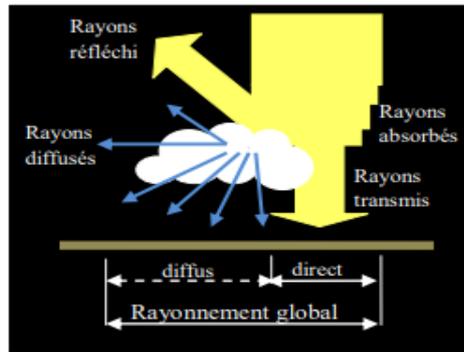


Figure 3 : L'éclairage solaire global. (Source : Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques. spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011).

4.2. Les Sources lumineuse secondaire : Le ciel :

La partie du rayonnement solaire qui est absorbée et réémise par l'atmosphère, Quatre types de ciel ²³:

1- **Ciel uniforme** : c'est le modèle le plus simple, il correspond à un ciel couvert d'une couche épaisse de nuages laiteux ou à une atmosphère pleine de poussières, ou le soleil n'est pas visible. Sa luminance est indépendante des paramètres géométriques elle est constante en tout point du ciel a un moment donné.

2- **Ciel couvert(CIE)** : Ce type de ciel avais été établi par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), pour lequel la luminance en un point varie en fonction de sa position sur la voute céleste, Ce type de ciel correspond à un ciel de nuages clairs cachant le soleil.

3- **Ciel clair** : Ce type est caractérisé par des valeurs de luminance qui varient en fonction de paramètres géométriques et de la position du soleil. Il émet un rayonnement diffus qui dépend de la variation de la position du soleil et exclu le rayonnement solaire direct.

4- **Ciel clair avec soleil** : Il prend en compte le rayonnement global (direct diffus) alors que les trois modèles précédents ne fond intervenir que la composante diffuse de rayonnement solaire. Il correspond à un ciel serein ou le soleil brille.

Pour étudier l'éclairage à l'intérieur d'un bâtiment et pour arriver a des résultats exactes, la Commission Internationale de l'Eclairage propose de prendre comme base de calcul un ciel couvert, car sa luminance est égale en tout point du ciel a un moment donné donnant un niveau d'éclairage de 5000 lux sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé.

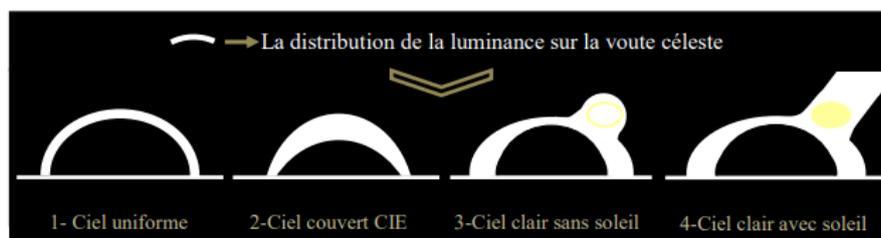


Figure 4 : Les quatre types de ciel standard (Source : Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques. spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011).

²³ Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques. Spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011.

A- La lumière naturelle :

1- Définition :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir ». ²⁴ Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes ²⁵

2- Le rôle de la lumière naturelle dans le projet architectural :

Les architectes qui aujourd'hui dessinent des pièces ont oublié leur foi en la lumière naturelle. Assujettis à la facilité d'un interrupteur, ils se contentent d'une lumière statique et oublient les qualités infinies de la lumière naturelle grâce à laquelle une pièce est différente à chaque seconde de la journée. » – Louis Kahn, *Silence et Lumière*, 1996) La lumière a un rôle non-négligeable voir primordial dans le projet architectural touchant les différents composants de ce dernier. La lumière est un élément architectural intangible, c'est une composante de l'objet architectural au même titre que l'enveloppe ou l'espace (Torre, 2007). « La lumière est un élément constitutif de l'espace qui l'organise, le délimite par son immatérialité et le rythme par son mouvement. » (Chelkoff et Thibaud, 1992.). La lumière ne peut être ôtée du bâtiment, de son concept, de sa structure, de sa construction ou de l'environnement de travail en résultant (Torre, 2007). Il va au-delà en affirmant que le projet architectural doit être lu comme une harmonie d'espaces sous la lumière (Belakehal, 2007) ²⁶

3- Effets de la lumière naturelle dans l'espace architectural :

La lumière influence l'espace architectural de trois manières. Fonctionnelle, qui s'exprime par le confort lumineux, esthétique ; apercevoir l'espace qualitativement par un jeu de couleur, d'ombre et de lumière. Et enfin émotionnellement; par l'affectation sensible des différents effets lumineux (Belakehal, 2007). ²⁷

4- La lumière sert de lien entre l'intérieur et l'extérieur :

Dans l'exemple de la fondation Lang, La paroi totalement vitrée paraît supprimer la barrière entre l'intérieur et l'extérieur. L'architecte développe réellement une interpénétration entre l'espace intérieur et la nature qui l'entoure. Aucune différence de luminosité marquante ne se perçoit entre intérieur et extérieur, si bien que le paysage entre véritablement, avec sa lumière, dans l'espace interne ²⁸.

²⁴ De : W. C. BROWN et K. RUBERG. «RSB 88 : Facteurs de performance des fenêtres ». Canada.1988 [En ligne] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/rsb.html> (Page consultée le 12 octobre 2004)

²⁵ MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: Ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002, p 1-3.

^{26 27} Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina.

²⁸ Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina.



Figure 5 : La Fondation Lang Tadao Ando
 Source : <http://www.cgarchitect.com>)

5- Les grandeurs photométriques :

La photométrie, ou la mesure de la lumière et des phénomènes lumineux, est une des bases essentielles de l'éclairage. Le but de la photométrie est de quantifier les grandeurs relatives au rayonnement en fonction de l'impression visuelle produite. Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage et il en existe quatre fondamentales²⁹:

- **l'intensité lumineuse (candela)** : qui est une des 7 unités du système international mais qui est peu utilisée seule dans l'éclairage à part pour des luminaires très directs.
- **le flux lumineux (lumen)** : qui est notamment utilisé pour exprimer le flux total émis par une source lumineuse.
- **l'éclairement (lux)** : qui peut être notamment utilisé pour exprimer la quantité de lumière souhaitée sur une surface dans une pièce.
- **la luminance (candela/m²)** : qui porte la notion d'éblouissement et qui est la seule de ces quatre notions directement appréciable par l'être humain.

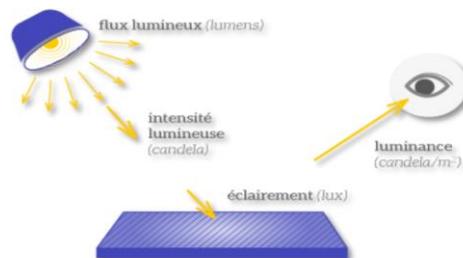


Figure 6 : Les quatre notions de la photométrie (Source : <http://leclairage.fr/th-photometrie/>)

6- La stratégie de la lumière naturelle :

Les stratégies de la lumière naturelle comme suit :³⁰

6.1 Capter la lumière naturelle :

En prenant en compte l'influence du type de ciel, du moment de l'année, de l'heure, de l'orientation et de l'inclinaison de l'ouverture ainsi que de l'environnement.

²⁹ Mémoire de master académique, par, Aicha MESSAHAL, Chahira HEDDOUR, Wissam FENIZALA, LUMIERE ET LE CONFORT VISUEL DANS LES EQUIPEMENTS CULTUREL.2018.

³⁰ Mémoire de master académique, par, Aicha MESSAHAL, Chahira HEDDOUR, Wissam FENIZALA, LUMIERE ET LE CONFORT VISUEL DANS LES EQUIPEMENTS CULTUREL.2018.

6.2 Transmettre:

Transmettre la lumière naturelle consiste à favoriser sa pénétration à l'intérieur d'un local. La pénétration de la lumière dans un espace est influencée par les caractéristiques des ouvertures telles que ses dimensions, sa forme, sa position et le matériau de transmission utilisé.

6.3 Distribuer :

Distribuer la lumière naturelle consiste à diriger et à transporter les rayons lumineux de manière à créer une bonne répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment. Une répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans un bâtiment peut être favorisée par différentes approches basées sur :

- Le type de distribution lumineuse (direct, indirecte),
- La répartition des ouvertures,
- L'agencement des parois intérieures.

6.4 Se protéger :

Se protéger de la lumière naturelle consiste à arrêter partiellement ou totalement le rayonnement lumineux lorsqu'il présente des caractéristiques néfastes à l'utilisation d'un local. Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de se protéger de l'éblouissement.³¹ On appelle protection solaire tout corps empêchant le rayonnement solaire d'atteindre une surface qu'on souhaite ne pas voir ensoleillée. Le fonctionnement d'une protection solaire peut être basé sur plusieurs phénomènes physiques.

- L'absorption,
- La réflexion,
- La réfraction,
- La diffraction.

6.5 Contrôler :

Contrôler la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants, la gestion de l'éclairage permet, d'une part, de répondre à la variation continue de la lumière naturelle et, d'autre part, d'adapter l'ambiance lumineuse d'un local pour correspondre au mieux aux besoins de ses utilisateurs. On peut diviser les solutions de contrôle de l'éclairage naturel en trois catégories.

- L'utilisation de systèmes d'éclairage naturel adaptables, tels que des éléments de contrôle amovibles,
- Le zonage de l'installation d'éclairage artificiel en fonction de la lumière naturelle disponible,
- La régulation du flux des lampes en fonction de la présence de lumière naturelle.

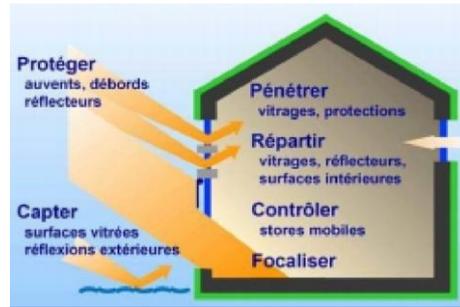


Figure 7 : Stratégie de l'éclairage naturel. (Source : Mémoire master, Lumière naturelle confort visuel et éco conception des bibliothèques universitaires.2017.)

7- Les types d'éclairage naturel :

7.1 L'éclairage latéral :

C'est le type d'éclairage le plus utilisé et le plus ancien et qui répond à trois besoins fondamentaux : la lumière, la vue et la ventilation. Une intégration des dispositifs de protection solaire est souvent mise en place à fin de réduire l'éblouissement grâce à la pénétration du flux lumineux indirecte. Il est impératif de noter aussi que l'éclairage naturel latéral est accompagné de l'effet du contraste qu'on peut diminuer à l'aide de l'éclairage bilatéral ou à l'aide d'autres moyens tel que la taille des ouvertures, leurs dispositions, etc.³²

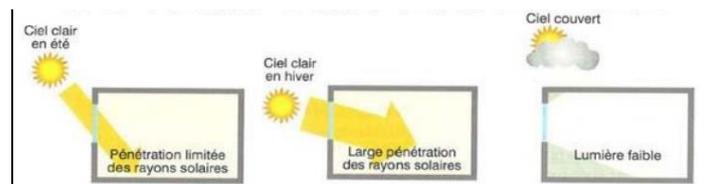


Figure 8 : Exemple de l'éclairage latéral (Source : UCL Architecture et climat)

7.2 L'éclairage zénithal :

D'après C. TERRIER et B. VANDEVYVER¹², le recours à l'éclairage zénithal est Indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres, quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50 mètres, le choix dépend. D'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Ce type d'éclairage s'avère le plus efficace pour des espaces à faible et moyenne hauteur (Deux ou trois niveaux) étant donné qu'il est facile d'avoir un éclairage pas très homogène³³.

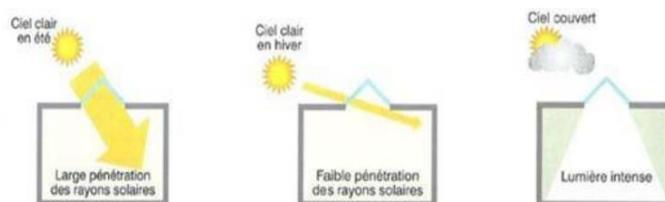


Figure 9 : Exemple de l'éclairage Zénithal (Source : UCL Architecture et climat)

^{32 33} Mémoire de master académique, par, Aicha MESSAHAL, Chahira HEDDOUR, Wissam FENIZALA, LUMIERE ET LE CONFORT VISUEL DANS LES EQUIPEMENTS CULTUREL.2018.

B- la notion de l'ambiance :

1- Définition :

« Le terme ambiance indique une atmosphère matérielle et morale qui environne un lieu, une personne » (Narbori, 2006), Le terme « ambiance » signifie une qualité du milieu (matériel, intellectuel, moral) qui environne et conditionne la vie quotidienne d'une personne » (Demers, 2009), elle prend en compte l'atmosphère, le climat, le décor, l'entourage, l'environnement, le milieu. Tous ces facteurs font de l'ambiance un concept difficile et compliqué qui forme une globalité réunissant les aspects physiques, sociaux et sensibles. Les ambiances représentent les interactions perçues entre les phénomènes physiques et les formes de l'environnement construit (Siret, 1997).³⁴

2- Ambiance lumineuse :

Narbori (2006) a développé une définition de l'ambiance lumineuse en la caractérisant comme étant «le résultat d'une interaction entre une ou des lumières, un individu, un espace, et un usage », cette interaction influence momentanément ou durablement la perception et le ressenti« sensation » de l'espace illuminé.³⁵

3- Les éléments interagissent dans une ambiance lumineuse :

Quatre éléments interagissent dans une ambiance lumineuse (Belakehal, 2007) ³⁶:

- 1) **l'environnement lumineux**, constituant le stimulus physique fondamental de l'ambiance,
- 2) **l'espace architectural**, qui présente le cadre physique et fonctionnel où est vécue cette ambiance,
- 3) **l'usager**, qui vit cette ambiance lumineuse.
- 4) **le contexte général**, (climat, culture, société...) où se situe l'ambiance lumineuse.

4- Principaux paramètres de l'ambiance lumineuse :

Les deux principaux paramètres de l'environnement lumineux sont la quantité de lumière et la qualité de la lumière ³⁷:

La quantité de lumière nécessaire pour effectuer une activité dans de bonnes conditions lumineuses est un aspect assez bien défini aujourd'hui. **La qualité de l'ambiance** lumineuse se caractérise par des notions de confort et d'agrément, paramètres moins bien définis qui demandent une attention particulière. Une ambiance lumineuse est donc fonction de ces trois paramètres (ARENE, 2014) Si un des paramètres est défavorisé par rapport aux autres, l'ambiance lumineuse ne sera pas ou peu satisfaisante et le recours à l'éclairage électrique sera nécessaire, ce qui entraînera une architecture moins durable.

^{34 35} Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina

³⁶ Mémoire de mastère, Lumière naturelle, confort visuel et éco conception des bibliothèques universitaires. Par BOURENANE Mohammed Ramzi, juin 2017.

³⁷ Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina.

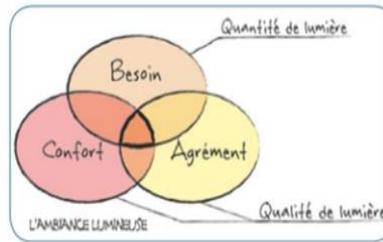


Figure 10 : Représentation schématique de l'ambiance lumineuse (source : Mémoire de magistère, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse).

L'ambiance lumineuse se base sur Cinq domaines : quantité de lumière, espace (caractéristiques des surfaces intérieures), usage, effet de lumière, dispositifs lumineux contrario, le comité IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) via une démarche rationaliste, a tenté d'identifier plusieurs facteurs qui contribuent vers une qualité lumineuse (Miller, 1994, Cité par Dubois, 2001):³⁸

- Luminance des surfaces de la pièce,
- Éclairage et contraste,
- Source de luminance (éblouissement),
- Rendu des couleurs,
- Visibilité de la lumière,
- Clarté spatiale et visuelle,
- Orientation psychologique,
- Contrôle de l'occupant.

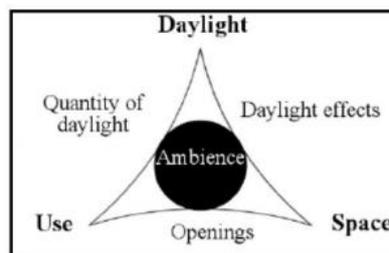


Figure 11 : L'ambiance de la lumière du jour (source : Mémoire de magistère, Concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et du bioclimat)

5- Rôle de l'ambiance lumineuse :

La lumière comprend un grand nombre d'informations, qui donne du sens et de la mesure à l'espace architectural, l'ambiance lumineuse est donc un révélateur de l'architecture, au sens matériel et symbolique (Millet, 1996. Cité par Tourre, 2007), on distingue les notions de lumière par le latin lux, la lumière spirituelle qui s'approche de l'illumination, de la clairvoyance ou de l'émotion, et la lumière physique qui est parfaitement rationnelle (Fontoynt, 1998. Cité par Tourre, 2007)³⁹.

³⁸ Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina.

6- Types d'ambiances lumineuses :

On peut distinguer trois catégories fondamentales d'ambiances lumineuses (Gallas, 2008)⁴⁰:

- **la pénombre** : comme étant un dialogue entre l'ombre et une lumière solide qui la transperce par endroits,

- **L'ambiance luminescente** : qui se caractérise par une clarté ambiante, une omniprésence d'une lumière qui tend à disparaître parce qu'elle est partout,

- **L'ambiance inondée** : se caractérise par une exaltation de la lumière embrassant tout l'espace ; il se trouve qu'il y a trop plein d'une lumière envahissante et parfois écrasante. Ainsi, il devient possible de définir **une ambiance dynamique** ; une ambiance calme et feutrée, une ambiance qui pourrait être triste (sans le vouloir), monotone, etc Toutefois, chacun de ces types d'ambiances recouvre une grande variété de manières d'admettre la lumière et une multitude de qualités de lumières.

Nous allons essayer de regrouper des différentes classes d'ambiances' selon les travaux (Chaabouni, 2011), (Gallas, 2009) et (Cervantès, 2012). Afin d'en représenter un plus grand nombre.

6.1. La lumière uniforme :

La lumière uniforme est due à un éclairage diffus ou indirect, à un éclairage provenant du Nord. Elle est obtenue grâce à de grandes surfaces vitrées avec un vitrage transparent et une orientation plutôt Nord ou grâce à des parois translucides.

6.2. La lumière rasante :

C'est une lumière directe produite par des rayons incidents du soleil relativement bas (plus horizontaux que verticaux). La lumière rasante crée un faible contraste, les tâches solaires sont très présentes et révèlent les détails structurels du bâtiment et notamment des ouvertures multiples de tailles moyennes et orientées au sud. Il peut générer une ombre très franche dont les limites sont précises (Gallas, 2013).

6.3. La lumière englobante :

La lumière de type englobante crée une lumière directe de très forte incidence qui irradie la totalité de l'espace architectural. Le mode de propagation et de répartition de la Lumière englobante est le même que celui de la lumière uniforme, la seule différence entre ces deux types d'effets est au niveau de l'intensité du rayonnement lumineux qui est largement supérieure pour la lumière englobante.

6.4. L'ambiance inondée :

C'est une émergente, lumière radieuse qui illumine abondamment un espace.

- C'est un éclairage agressif, surexposé
- Le facteur de lumière du jour de ces espaces est de 8% à plus de 12% ce qui donne aux observateurs une impression de grande clarté.

6.5. La lumière colorée :

A/ Colorée par réflexion : • Le matériau, en reflétant la structure, donne sa couleur à la lumière. • des rayons lumineux qui frappent une surface réfléchissante sont en partie renvoyés selon un angle égal à celui de leur direction d'arrivée

B/ Colorée par transmission : • Les rayons lumineux se colorent lorsqu'ils sont transmis à travers une paroi translucide ou transparente colorée.

6.6. La lumière contrastée :

^{39 40} Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina

C'est une lumière directe qui produit des zones avec un fort écart d'éclairage créant une lecture hiérarchique de l'espace (Gallas, 2011). Les tâches solaires créées font apparaître différents motifs.

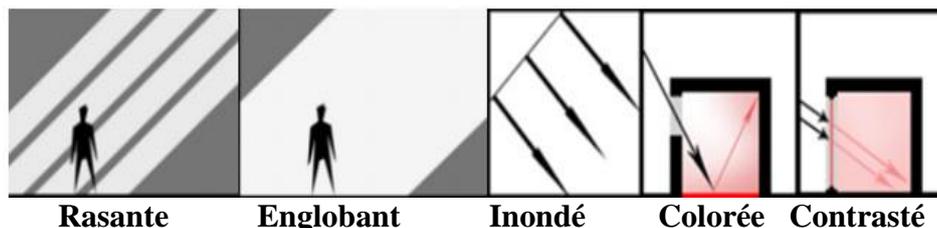


Figure 12 : représente les types d'ambiance lumineuse (source : Mémoire de magistère, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse)

7- Qualifier ambiance lumineuse :

Selon qu'elles sont perçues positivement ou négativement, les ambiances lumineuses peuvent être qualifiées en deux grandes familles dont le vocabulaire permettant de ces qualifications est relativement varié, l'ambiance lumineuse peut être festive, reposante, colorée, chatoyante, mais aussi décrite comme agressive ou monotone. De ce fait, l'ambiance est dite agréable, conviviale, chaleureuse, douce, ou, à l'opposé, dure, triste, angoissante, sinistre, glauque. «Lumière », « état d'esprit de l'observateur » et la « tâche qu'il accomplit dans le lieu », tant de facteurs déterminants pour la qualification de l'ambiance lumineuse, en effet, le premier paramètre permettant de qualifier une ambiance lumineuse est le niveau d'éclairage, qui devra correspondre à la tâche visuelle à effectuer.⁴¹ **Le contraste de luminance, les luminances, le niveau d'éclairage, la température des « T° » couleurs et l'indice de Rendu des Couleurs « IRC »**, sont des paramètres de l'ambiance lumineuse influençant le confort visuel et les performances psycho-sensori-motrices ainsi ils conditionnent santé et sécurité, donc, **Le niveau d'éclairage** de la lumière et sa qualité, l'usager et son état d'esprit et la tâche à accomplir lors d'un usage, déterminent et qualifient l'ambiance lumineuse. La mémoire sensorielle, associée à des émotions déjà vécues, entre aussi en jeu⁴².

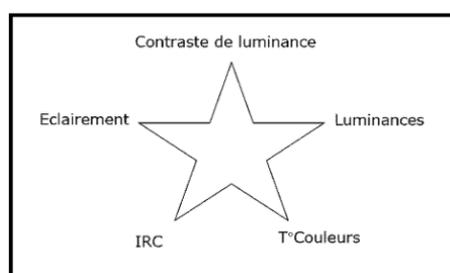


Figure 13 : Les paramètres de l'ambiance lumineuse (source : Mémoire de magistère, Concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et du bioclimat)

8- L'ambiance lumineuse dans les salles de classe musicale :

Les équipements éducatifs et culturel tel que les salles de classe musicale doit assurer une bonne qualité d'éclairage et une répartition de lumière naturel harmonieuse pour optimise la performance des usagers. Pour assurer une bonne qualité d'ambiance lumineuse dans les salles de classe musicale.

⁴¹ ⁴² Mémoire magistère, Concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et d bioclimat, Hachem Sari/ Azize Dehane. Oum el buaghi.

L'irradiation solaire peut être intolérable soit par gêne visuelle ou autres, afin d'éviter cet inconfort dû aux rayonnements solaires directs, les commissions (CIE, CIBSE..Etc.) Fournissent deux recommandations importantes⁴³:

- **1/ La première** : Aucune lumière solaire directe ne devrait frapper la tâche visuelle et les personnes en travail,
- **2/ La seconde**: Le soleil ou son image réfléctée ne devrait pas être dans un angle de 45° par rapport à l'axe de vue des occupants,
- **3/ Des dispositifs d'ombrage** adéquat sont nécessaires pour contrôler la lumière du soleil lorsqu'elle devient une source de gêne,
- **4/ Un plafond avec matériau clair** et non brillant pour réduire l'éblouissement direct), il donne une apparence de clarté pour répartir la lumière naturelle uniformément. L'IESNA recommande une réflectivité de 75 % à 90 % pour les plafonds,
- **5/ Les murs**, la CIBS réflectivité d'au moins 60 %, tandis que les murs sans fenêtres devraient l'avoir entre 30% et 70% (CIBSE, 1994). La différence des réflectivités des murs tend à réduire le contraste entre la fenêtre éclairée et le mur adjacent.

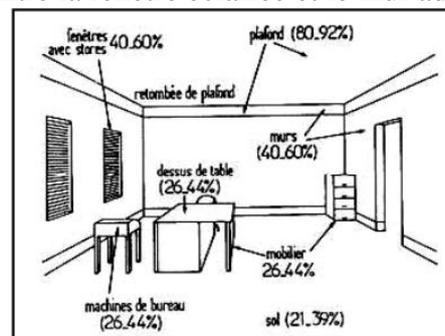


Figure 14 : les réflectivités recommandées par la société américaine d'éclairagisme pour les bureaux (source : Denoeud, B., 2001)

- **6/ Les salles de classe orientées vers le nord** représentent la bonne situation car la pénétration des rayonnements solaires est souvent nulle pendant les heures de cours,
- **7/ L'adoption des dispositifs de contrôle** de la lumière naturelle est nécessaire, pour la protection et l'amélioration de l'éclairage,
- **8/ Les finitions de surface** dans la salle de classe devraient être mates et en particulier le tableau noir, le plateau du bureau, les cartes et les images et les surfaces qui sont face aux étudiants,
- **9/ Ainsi**, les murs devraient être de couleur claire et matte, le plafond d'une luminance élevée et le plancher d'une luminance inférieure à celle du plan de travail,
- **10/ Il doit bénéficier d'un éclairage** particulièrement soigné, soit une intensité lumineuse conseillée de 500 lux répartie de la façon la plus uniforme possible,
- **11/ Il faut éviter** les écarts importants de luminance entre les différentes surfaces (murs, plafond ...etc.) (Minier, F., 2001).

9- Les réglementations et les recommandations de conceptions les salles de classe musicale en Algérie :

- L'orientation conseillée pour les salles de classes est N-S, pour empêcher les effets du soleil dans la période chaude,

⁴³ Mémoire de master académique, par, Aicha MESSAHAL, Chahira HEDDOUR, Wissam FENIZALA, LUMIERE ET LE CONFORT VISUEL DANS LES EQUIPEMENTS CULTUREL.2018

- Les salles de classes. Il est recommandé que ces dernières soient orientées vers le sud-est et que chacune doit bénéficier au moins d'une heure d'ensoleillement par jour,
 - Dans le cas où les salles sont exposées directement au soleil, elles doivent être obligatoirement munies d'un système d'occultation solaire,
 - Concernant les dimensions des ouvertures, les normes (1971) sont établies pour la surface des baies vitrées (y compris le cadre) par rapport à la surface du local (ministère des enseignements primaire et secondaire, 1971),
 - Pour l'orientation Sud (SSE–SSO) : 12-15 % pour les zones littorales et des hauts plateaux ; 8-12 % pour les zones sahariennes. Pour les autres orientations : 5 -17 % pour les zones littorales et des hauts plateaux ; 12-15 % pour les zones sahariennes.⁴⁴
 - quatre principes doivent être pris en considération⁴⁵:
 - 1/ **Le premier** : concerne la direction. La lumière du jour devrait être fournie à côté du travailleur côté gauche est plus préférable),
 - 2/ **la 2ème** est la position de la source lumineuse (dans ce cas pas être dans le champ visuel immédiat car le contraste excessif produit l'éblouissement,
 - 3/ **Le troisième** : est la valeur du facteur de la lumière du jour. Sa valeur détermine le besoin de l'utilisation d'un éclairage artificiel supplémentaire du jour est fournie avec un facteur de lumière de jour,
 - 4/ **Le quatrième** : est le rapport entre l'éclairage général et l'éclairage de tâche.
- Les murs où se trouvent les fenêtres devraient être de couleurs claires (haute réflectivité) et non pas brillants.

Bâtiments scolaires Type d'intérieur, tâche ou activité	Eclairage Moyen A obtenir <i>Em</i>	Indice D'éblouissement <i>UGRI</i>	Indice de rendu Des couleurs Des lampes
Salle de classe en primaire et secondaire	300	19	80
Salle de classe pour les cours du soir et enseignement adulte	500	19	80
Salles de conférence	500	19	80
Tableau noir	500	19	80
Table de démonstration			
Salles d'art	500	19	80
Salles d'art dans les écoles des Beaux-arts	750	19	90
Salles de dessin industriel	750	16	80
Salles de travaux pratiques et laboratoires	500	19	80
Salles de travail manuel	500	19	80
Ateliers d'enseignement	500	19	80
Salles de pratique musicale	300	19	80
Salles de pratique informatique	300	19	80
Laboratoires de langues	300	19	80
Ateliers et salles de préparation	500	22	80
Halls d'entrée	200	22	80
Zones de circulation, couloirs	100	25	80
Escaliers	150	25	80
Salles communes pour les étudiants et salles de réunion	200	22	80
Salles de professeurs	300	19	80
Bibliothèque : rayons de livres	200	19	80
Bibliothèque : zones de lecture	500	19	80
Réserves pour le matériel des professeurs	100	25	80
Halls de sports, gymnases piscines	300	22	80
Cantines scolaires	200	22	80

Tableau 01: le niveau d'éclairage standard pour les espaces d'étude.
(Source: Liébard, A. et De Hherde, A., 2005)

^{44 45} Ministère de l'éducation et de l'enseignement, 1983.

Les salles de classe musicale doit bénéficier d'un éclairage particulièrement soigné, soit une intensité lumineuse conseillée de 300 lux répartie de la façon la Plus uniforme possible. Indice d'éblouissement URGI 19, et indice de rendu des couleurs des lampes 80.

C- L'éblouissement :

1- Définition :

La source principale d'éblouissement dans un local éclairé naturellement est la fenêtre, Bien que considéré comme un "paramètre de confort", l'éblouissement est essentiellement un élément d'inconfort; il est une source importante de gêne pour l'œil humain, qui peut Occasionner une perte momentanée ou durable de tout ou partie de la vision. Il correspond aux conditions de vision dans lesquelles on éprouve une gêne ou une réduction de l'aptitude à distinguer de petits objets, par suite d'une répartition défavorable des luminances ou d'un Contraste excessif situé dans le champ visuel». ⁴⁶

Les mesures de luminances permettent également de repérer les sources éventuelles d'éblouissement se trouvant dans le champ visuel d'un observateur. Une source lumineuse intense causera un éblouissement si elle est située dans un angle compris entre 0° et 5° par rapport à la direction du regard alors qu'elle ne causera qu'un inconfort si elle est située dans un angle compris entre 20° et 40°. En pratique, la gêne sera d'autant plus faible que l'angle compris entre la direction de la source et celle du regard est plus grand (minimum souhaitable 30-40°). L'éblouissement est un phénomène difficile à évaluer précisément, bien qu'on puisse le faire à partir de l'analyse des diverses luminances présentes dans le champ visuel⁴⁷.

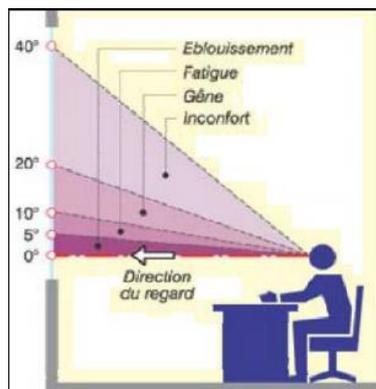


Figure 15 : Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance. Source: (Bodart et Deneyer, 2003).

2- Les types d'éblouissement :

2.1. L'éblouissement d'inconfort « gênant » ou éblouissement psychologique:

C'est une sensation de distraction ou de douleur causée par la vue en permanence des sources lumineuses intenses et/ou réparties non uniformément dans le champ de vision,

⁴⁶Mémoire mastère, concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et du bioclimat, par Hachem, Aziz, Oum el buaghi.

⁴⁷ Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques. Spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011.

L'œil est sollicité alors que la tâche à effectuer requiert une concentration visuelle; C'est-à-dire la présence des luminances trop contrastées dans le champ de vision de L'observateur qui provoque simultanément l'ouverture et la fermeture de la pupille, l'éblouissement d'inconfort peut créer de l'inconfort comme il est ressenti comme gênant et désagréable, sans qu'il produise une diminution mesurable de la perception visuelle, c'est-à-dire il procure une gêne de la vision sans pour autant empêcher la vue de certains objets ou Détails; sans perte de visibilité. Il est fréquent à l'intérieur dont il est difficilement décelable.⁴⁸

1.2. L'éblouissement d'incapacité « invalidant ou perturbateur» ou éblouissement physiologique :

C'est un éblouissement qui trouble la vision et diminue mesurablement la visibilité et la perception visuelle et parfois il ne permet pratiquement aucune vision. La visibilité et la performance visuelle sont affectées. Il est dû à une luminance perturbatrice ou luminance de voile provenant de la diffusion de la lumière dans l'œil qui se superpose à la luminance de l'image rétinienne (la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), 1995) L'éblouissement incapacitant aussi appelé direct en arrivant directement sur la fovéa, provoqué par des luminaires, des surfaces lumineuses telles que fenêtres, jours zénithaux, etc. Il est provoqué par la vue d'une luminance très élevée pendant un temps très court.⁴⁹

D- Le Confort visuel :

1- Définition du confort :

Pour définir le confort visuel on va essayer d'abord de définir le «Confort», quant aux spécialistes de l'éclairage, C.A. ROULET le définit comme étant « une sensation subjective fondée sur un ensemble de stimuli», c'est-à-dire des facteurs internes ou externes qui provoquent une réponse de l'organisme. Selon l'auteur, le critère de confort correspond à la satisfaction des occupants.⁵⁰

2- Définition du « confort visuel » :

Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière⁵¹. Comme le décrit aussi MUDRI, 2002 « le terme de confort visuel est pris pour indiquer l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension ».⁵²

3- Les critères du confort visuel :

Le confort visuel est une sensation totalement subjective. Les facteurs significatifs sont, entre autres, l'âge et l'acuité visuelle, cette sensation de confort dépend également de l'objet à percevoir, de sa taille, de son aspect, de sa couleur⁵³. Le confort visuel peut

^{48 49} Mémoire mastère, concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et du bioclimat, par Hachem, Aziz, Oum el buaghi.

^{50 51} Mémoire magister, Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina

⁵² MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable : Ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002, p 2-3.

⁵³ Mémoire de mastère, Lumière naturelle, confort visuel et éco conception des bibliothèques universitaires. Par BOURENANE Mohammed Ramzi, juin 2017.

néanmoins se mesurer à travers des critères objectifs qui doivent être bien étudiés pour atteindre le seuil du confort ⁵⁴:

- Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur.
- Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation.
- La quantité de lumière naturelle.
- La qualité de l'éclairage naturel qui est mesurée par le facteur de lumière du jour (FLJ).
- La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs.
- La relation visuelle avec l'extérieur.

4- Les paramètres du confort visuel :

4.1. Les paramètres liés à la quantité de lumière :

Les paramètres de confort visuel qu'ils sont liés à la quantité de lumière comme suit⁵⁵:

4.1.1. Eclairage :

L'éclairage est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Il caractérise la quantité de lumière reçue par unité de surface. Son unité est le lux. $E = \Phi / S$ (lux)¹ l'éclairage et la température de couleur selon de le diagramme de kruithof sont deux paramètres principaux dans la mesure de conditions du confort visuel dans un espace défini dans son diagramme connu il répartie la sensation de confort en 3 zone . La zone d'une ambiance jugée trop chaude, la zone d'une ambiance jugée confortable et la zone jugée trop froide.

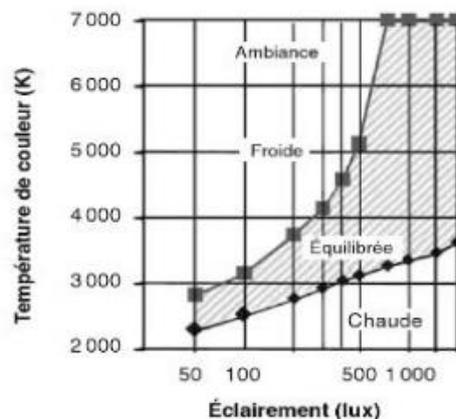


Figure 16 : diagramme de Kristof.(Source: DAMELIN COURT et al, Eclairage d'intérieur et ambiances visuelles, p115.)

4.1.2 La luminance :

Selon R. FLORU¹ La luminance constitue le facteur d'éclairage le plus important pour la visibilité de la tâche. Elle concerne à la fois la tâche et son environnement et plus particulièrement le contraste entre les luminances de l'objet et le fond sur lequel il se détache. Lorsque la luminance d'une partie du champ visuel est plus élevée que la luminance moyenne à laquelle le système visuel est adapté, l'excès de lumière peut provoquer un éblouissement qui constitue à la fois un facteur de risque pour la sécurité et qui peut également diminuer l'efficacité de l'opérateur.

⁵⁴ MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable : Ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002,p 2-3.

⁵⁵ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

4.1.3 Type de fenêtres :

Afin d'éclairer un espace naturellement on doit créer des percements dans les murs opaques extérieurs afin d'assurer la pénétration des rayons de soleil au fond de notre local. Le niveau d'éclairage reçu à partir des fenêtres dépend généralement des dimensions de l'espace à éclairer, les dimensions de fenêtres et leur orientation.

4.2. Les paramètres liés à la qualité de lumière :

4.2.1 Facteur lumière jour (FLJ) :

Le facteur lumière jour c'est le rapport entre l'éclairage naturel reçu en un point d'un plan de référence horizontal, situé à l'intérieur d'un bâtiment, et l'éclairage naturel en un point situé à l'extérieur, en un endroit dégagé, par le ciel couvert. Il peut être défini par la relation suivante : $FLJ = E_i / E_e \times 100\%$.

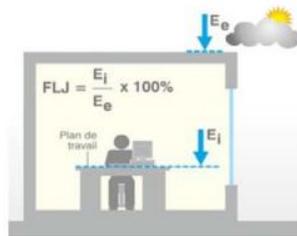


Figure 17 : Définition de facteur de lumière de jour. (Source : DE HERDE, A. et LIEBARD, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.)

4.2.2 Répartition harmonieuse de la lumière :

La Répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans un bâtiment peut être favorisée par différentes approches basées sur :

- Le type de distribution lumineuse
- La répartition des ouvertures
- L'agencement de parois intérieures
- Le matériau de surface du local
- Les zones de distribution lumineuse
- Les systèmes de distribution lumineuse.

4.2.3 Eblouissement :

Le ratio unifié de l'éblouissement (UGR) c'est le moyen d'évaluer et de comparer l'éblouissement produit par différentes sources lumineuses.

Exigence	Eclairage	UGR
Très élevés	750	16
élevés	500	19-16
Moyenne	300	22-19
Grossières	200	22
Faibles	150	25-22
Très faibles	100	28-25

Tableau 02 : indice UGR : Source : Bernard PAULE -œil et vision, 2007 p 16.

4.2.4 Absence d'ombre gênante :

La lumière naturelle a une relation directe avec l'ombre. Des fois elle peut devenir gênante pour les tâches visuelles si l'ombre tombe sur la tâche ou l'activité voulue. L'ombre dépend en fonction de la direction, la position de l'observateur. L'ombre diffère en fonction de la direction et de la position de l'observateur.

4.2.5 Les facteurs physiologiques :

L'âge, l'acuité visuelle, la capacité de distinguer les détails, la perception des couleurs sont les facteurs physiologiques qui déterminent le niveau de vue et de confort visuel.

4.2.6 Les facteurs psychologiques :

Les couleurs ont un effet psycho-physiologique sur le système nerveux et ils ont une relation avec l'ambiance dans la pièce.

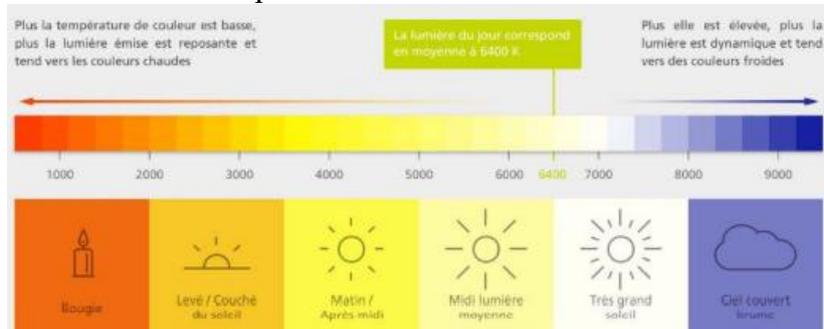


Figure 18 : relation entre la température de couleur et l'ambiance dans la pièce

Source : Energie de France [En ligne] :(<https://www.edf.fr/>).

5- Les éléments du confort visuel dans les salles de classe musicale :

Les principes de mise en œuvre du confort visuel, selon l'association H.Q.E, sont les suivants⁵⁶:

- disposer de la lumière du jour dans les zones d'occupation situées en fond de pièce.
- rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux extérieur.
- éviter l'éblouissement direct et indirect.
- accéder à des vues dégagées et agréables depuis les zones d'occupation des locaux.
- faire appel à des revêtements clairs
- optimiser les parois vitrées, en termes de confort visuel, en traitant leur positionnement, dimensionnement et protection solaire.

D'une manière générale, un environnement visuel confortable, donc favorable à l'exécution d'une tâche visuelle sera obtenu par:

1. Un niveau d'éclairage suffisant.
2. Une répartition harmonieuse de la lumière.
3. L'absence d'éblouissement.
4. L'absence d'ombre gênante.
5. Un rendu de couleur correct.
6. Une teinte de lumière agréable.

II. FACADE INTELLIGENTE

1- Définition de la façade intelligente (FI):

Selon **WIGGINTON Michael** et **HARRIS Jude** la FI : est définie comme un contrôleur actif et réactif des échanges entre l'extérieur et l'intérieur avec la capacité de fournir un

⁵⁶ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

confort optimal .Donc l'enveloppe devient une membrane adaptative et dynamique grâce à l'information recueillie par des capteurs, ou par des matériaux est transformé en action.⁵⁷

2- Caractéristiques des Façades intelligentes :

Les résultats de l'étude de **Skelly**⁵⁸, basés sur un examen minutieux indiquent Explicitement qu'une FI doit être sensible à trois paramètres principaux : les conditions Météorologiques, le contexte et les occupants. Les relations entre la FI et les paramètres Doivent être dynamiques, non linéaires, multidimensionnels et immesurables⁵⁹

Caractéristique	Explication
Non-linéaire	Les paramètres montrent différents comportements dans différentes régions
Multidimensionnel	Plusieurs mécanismes réagissent de façon complexe
Immesurable	Difficile à mesurer,
Dynamique	Paramètres change avec le temps

Tableau 03 : Les principales caractéristiques des façades intelligentes.

Source : Mémoire IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL

3- Les fonctions :

Selon **Andrew HARRISON**, la Façade intelligente doit contrôler une variété de flux telle que⁶⁰:

- Eau : pluie, humidité, condensation.
- Air : vent et ventilation.
- Son : désiré ou non désiré.
- Lumière : naturelle, artificielle et l'éblouissement.
- Vue : intérieure, extérieure et le respect de l'intimité des occupants.
- Chaleur : rayons solaires, la température.
- Incendie : chaleur, fumée.

En général, il y a eu des arguments à propos de ces sept caractéristiques, mais elles Varient selon les conditions climatiques, les exigences de construction, l'interaction entre les Conditions climatiques et la performance de l'organisme de construction, avec une interaction Plus élevée entre l'enveloppe, les services de construction et le contexte environnemental.

4- Mécanisme de la façade intelligente :

⁵⁷ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

⁵⁸ M.skelly , Essay competition: The individual and the intelligent facade,building research and information , volume 28 , 18 oct 2010,pp 67-69 .[en ligne] :<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/096132100369118>.[consulté22 Mars2018].

⁵⁹ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

⁶⁰ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

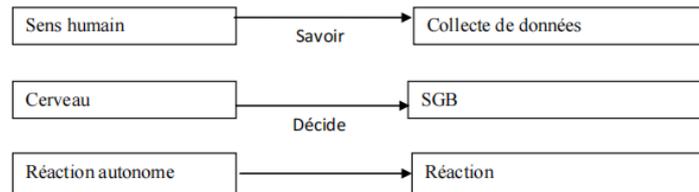


Figure 19 : comparaison entre le mécanisme du corps humain et de la façade intelligente.
Source : GAUTAM Paul, « dissertation report on intelligent skin»,[En ligne] :(<https://issuu.com/>).

4.1. Collectes de données :

Le système obtient les informations sur la vitesse du vent, l'humidité, la température, le niveau d'éclairage par des capteurs qui jouent le même rôle des récepteurs sensoriels dans le corps humain. Ces récepteurs transforment les stimuli spécifiques en message nerveux sensitifs .ces messages nerveux sont transmis au cerveau⁶¹. Les informations sont collectées par le capteur, un dispositif qui permet de convertir une grandeur physique en un signal électrique. Ceci permettra un traitement du signal électrique par des structures électroniques à des fins de mesures et/ou de commandes⁶².

4.2. Système gestion du bâtiment (SGB) :

Le SGB est l'unité de traitement centrale qui reçoit toutes les informations provenant des différentes stations de capteurs et qui détermine la réponse convenable. Un SGB est capable de surveiller les changements climatiques et de contrôler le fonctionnement des systèmes environnementaux passifs et actifs afin d'assurer l'utilisation la plus efficace de l'énergie. Une de ses fonctions les plus vitales est de réguler la température en activant tous les éléments contrôlables dans le bâtiment pour y parvenir naturellement⁶³.

4.3. Réaction :

Selon Annemie, dans sa thèse de doctorat, les données reçues par les capteurs, traitées par le SGB se transforment en réaction .Cette dernière s'apparente généralement sous forme de mouvement .Elle couvre essentiellement le mouvement des éléments de pliage, des stores vénitiens et des brise-soleil autour de leurs axes afin d'assurer l'amélioration du confort visuel .L'étude de WIGGINTONet HARRISA a montré l'importance de la performance de la FI qui est capable de s'adapter avec les changements environnementaux par des réactions qui répondent au besoin des occupants (Qualité d'air, ventilation, thermique, acoustique, éclairage ...).⁶⁴

⁶¹ Mon année au collège, [en ligne]:(<https://www.monanneeacollege.com/4.svt.chap12.htm>).[consulté le 02 Avril 2018].

⁶² Gilles BERTHOME ,[en ligne]: <http://gilles.berthome.free.fr/>,[consulté 02 Avril 2018].

⁶³ ⁶⁴ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

Dimensions visés	Environnemental	Lumière	
		Thermique	
		Acoustique	
		Qualité d'air) ventilation	
	Visuel	Transmission visuel	
		Transparence	
	Esthétique	Composition	
Forme et finition			
But	Efficience	Réduire condition d'air	
		Réduire éclairage artificiel	
	Interaction	Parties d'interaction	Environnement immédiat.
			Exigence de façade.
			Les occupants.
	Capacités d'interaction	Avec les variations.	
		Avec les conflits.	
		Avec comportement des occupants.	
Propriété d'interaction	Propriété d'interaction	Ajustement et adaptation.	
		Flexibilité.	

Tableau 4 : les dimensions et le but des réactions des façades intelligentes. (Source : Mémoire IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL)

5- La conception d'une façade intelligente :

5.1. Les acteurs :

L'intégration de la FI avec le reste des composants des bâtiments est vitale. Puisqu'elle fait partie du système de contrôle global du bâtiment, son intégration doit être issue de l'effort et de l'accord des différents acteurs dans le processus de conception (construction, exploitation et maintenance)⁶⁵. Pour cela **DAVIES**⁶⁶ insisté sur la prise des décisions en prenant en considération tous les participants (les usagers, les architectes, les experts et les techniciens de maintenance). Chacun d'eux joue un rôle différent et dans la plupart des temps ils ont des objectifs différents ce qui rend la prise de décision plus difficile.

Les acteurs	Caractéristique
Le propriétaire (le bénéficiaire)	Conscient de l'importance et des avantages de la FI
	Pensée futuriste
Les architectes et les experts	capables de choisir les techniques et les traitements appropriés pour le bâtiment
	Contrôler la planification, le processus de conception et la durée
	Avoir la capacité de gérer des systèmes intelligents.
Les occupants (les usagers)	Capables de comprendre les systèmes intelligents dans les façades
	Convaincus de l'importance des façades intelligentes
	Interaction satisfaisante avec la FI (contrôle, prise de décision)
Technicien de maintenance	Assurer la maintenance en termes de modification, de mise à jour, de remplacement

Tableau 05 : les acteurs de conception de FI. (Source : Mémoire IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL).

5.2. Les facteurs affectant sur la conception :

⁶⁵ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

⁶⁶ DAVIES, M et al, "A translucent Louvre system: design concepts, modeling work and monitored data", Information, Volume 28, 2000.

L'étude de **LITTLEFAIR**⁶⁷, montré que l'objectif de performance spécifique pourrait jouer un rôle principal dans la prise de décision et pourrait être aussi la principale motivation dans le processus de conception de la FI, qui augmente le confort de l'utilisateur et continue à fonctionner les dépenses au minimum. Ainsi que d'autres facteurs économiques environnementaux et écologiques.⁶⁸

Facteurs économiques :

- Coûts d'exploitation et maintenance.
- Coût initial.

Facteurs environnementaux et écologiques

- développement durable.
- performances environnementales efficaces.

Les objectifs

- Investissement.
- performances spécifiques pour le bâtiment.
- Objectifs personnels et motivations pour réaliser certaines tendances.

Au vu de ce qui précède, concevoir une FI nécessite l'accord total des différents acteurs participant au processus de conception, la satisfaction des besoins des usagers devrait être l'objectif premier du réalisateur de l'ouvrage.⁶⁹

6- Le système de la façade intelligente :

La FI consiste en un ensemble de systèmes intégrés les uns aux autres pour effectuer l'enveloppement d'un bâtiment avec une couche protectrice qui peut augmenter le confort des utilisateurs tout en réduisant la consommation énergétique. Ces systèmes ne concernent pas uniquement la façade mais la globalité du bâtiment.⁷⁰

Système de la façade intelligente	Système de sécurité	Caméras de surveillance thermique
		Systèmes de circuits de télévision temporaires
		Système de contrôle d'accès
		Techniques sensorielles
		Capteurs sans fil
	Système contrôle environnemental	Systèmes de chauffage / Refroidissement et ventilation (CVC)
		Systèmes de gestion de l'énergie des bâtiments (BEMS)
		Systèmes de contrôle solaire des persiennes et des vitres
	Gestion de circuits électriques	Systèmes de gestion de l'alimentation électrique
		Systèmes de gestion de câblage
		Systèmes d'éclairage

Tableau 06: représente les différents systèmes de la FI. (Source : Mémoire IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL.)

7- Classification de la façade intelligente selon la réponse à l'agent d'adaptation :

⁶⁷ LITTLEFAIR, P.J., "Innovative daylighting: Review of systems and evaluation methods", Lighting Research and Technology 22, 1990. [en ligne]:<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/096032719002200101>,[consulté le 03 avril 2018]

⁶⁸ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

⁶⁹ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.

⁷⁰ SHERBINI, K & KROWCZYK, R. conference:"Overview of Intelligent Architecture", la premiere conference internationale, E-Design in Architecture, Dhahran, Saudi Arabia, 2004.[en ligne]:<http://mypages.iit.edu/~krawczyk/ksascad04.pdf>. [consulté le 28 Mars 2018].

Les façades adaptatives sont clés de répondre à l'agent d'adaptation de manière statique ou dynamique, une enveloppe peut modifier ses propriétés physiques et réagir de manière prédéterminée aux conditions internes et externe en réalisant le potentiel des smart matériaux appelé réponse statique. Les enveloppes adaptatives qui réagissent de manière dynamique à l'agent d'adaptation son celles a parties mobiles, appelés enveloppes cinétiques.⁷¹

8- Les types de contrôle des systèmes adaptifs :

Il existe deux types avec lequel une façade adaptative réagit aux conditions changeantes⁷²:

8.1. Contrôle Closed-loop :

8.1.1. Le comportement de contrôle Closed-loop :

C'est automatisé, Le comportement adaptatif closed-loop peut être contrôlé a deux niveaux différents:

Niveau 01: distribué, par calcul intégré dans les processeurs locaux

Niveau 02: centralisé, piloté par une unité centrale de contrôle de supervision éventuellement liée au système de gestion énergétique du bâtiment ou renforcée par l'interaction.

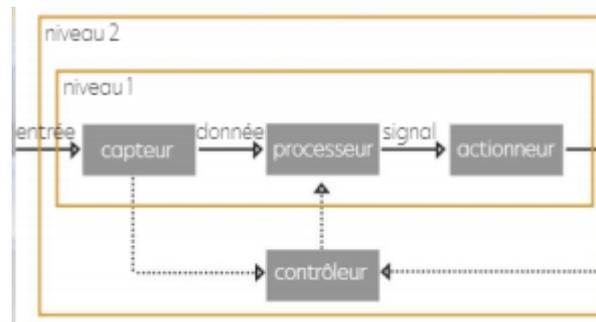


Figure 20 : concepts de contrôle de l'adaptabilité contrôle closed-loop . (Source : Façade Adaptative_ Qu'oc Huy TRINH_ Mémoire Master en Architecture_ ENSA Paris Val-de-Seine)

8.1.2. Les éléments de base de contrôle Closed-loop :

Trois éléments de base de contrôle closed-loop :

1- **Un capteur** : est un composant technique qui peut détecter les conditions ambiante physique ou chimique spécifique (tels que: la température, l'humidité, la luminosité..) ces paramètres sont transformés en quantités (des signaux électrique ou des données numériques) qui peuvent être interprétées par un processeur.

2- **Le processeur** : est le composant qui collecte les signaux et les données provenant de tous les capteurs et contrôleurs .Cette logique de calcul est interprétée et se traduit par la suite par un signal de commande univoque qui est transmis aux actionneurs.

3- **Actionneur** : est un appareil qui convertit input data sous la forme d'un signal de commande en une action mécanique, chimique ou physique.

8.2. Contrôle Open-loop :

^{71 72} Façade Adaptative_ Qu'oc Huy TRINH_ Mémoire Master en Architecture_ ENSA Paris Val-de-Seine. Sous la direction de M.BRUNO PERSON, Ecole nationale supérieur d'architecture.2020.

8.2.1. Le comportement de contrôle Open-loop :

Est automatique, L'enveloppe adaptative de ce type sont auto-réglable car le comportement adaptatif est automatiquement déclenché par des stimuli environnementaux tels que: température, humidité relative, vitesse et direction du vent, rayonnement solaire, couverture nuageuse. ce type de contrôle autonome est également appelé (contrôle direct) car les impacts environnementaux sont directement transformés en actions sans composante externe de prise de décision.



Figure 21 : concepts de contrôle de l'adaptabilité contrôle Open-loop . (Source : Façade Adaptative_ Qu'oc Huy TRINH_ Mémoire Master en Architecture_ ENSA Paris Val-de-Seine)

8.2.2. les éléments de contrôle open-loop :

Les éléments sont à la fois capteur et actionneur • le comportement adaptatif est généralement réversible et reproductible et agit de manière prévisible, ce qui rend les concepts fiables.

9- Matériaux intelligents :

9.1. Définition :

Un matériau selon **Hanna MODIN**⁷³, est considéré comme intelligent s'il présente les caractéristiques suivantes ⁷⁴:

- Une réponse immédiate, en temps réel.
- Une réponse à plusieurs états environnementaux.
- L'intelligence est dans le matériau lui-même.
- Sélectivité : la réponse est prévisible et discrète.

9.2. Types des matériaux :

Selon **ADDINGTON** et **SCHODEK**, Les matériaux intelligents peuvent être divisés en deux groupes différents, selon leur réaction à l'énergie :

- Type 1: le matériau absorbe l'énergie et subit un changement.
- Type 2: les matériaux qui restent les mêmes mais qui ont la capacité de convertir l'énergie d'un type à l'autre.

On peut souligner l'importance de ce type de matériaux dans la conception des FI ou ce terme est donné aux matériaux qui accordent son état physique à certaines incitations chimiques ou physiques⁷⁵. D'autres part tous ces matériaux et technologies et leur mécanisme très avancé ne sont pas assez pour créer FI qui a la capacité d'atteindre un climat interne confortable .et doivent pris en considération d'autre facteur⁷⁶.

10- Les façades adaptatives au climat :

10.1. Institut de monde arabe :

⁷³ HANNA MODIN, Thèse Adaptive building envelopes pour obtention de Master en architecture à l'université de Chalmers à Göteborg Suède 2014 p23, [en ligne] : <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/214574/214574.pdf>, [consulté 02 Mai 2018].

⁷⁴ ⁷⁶ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018

⁷⁵ RITTER, Axel. "Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Architectural Press, Berlin, 2007.p 101.

L'Institut du monde arabe se situe en France plus précisément dans la ville de Paris qui est caractérisé par un climat océanique altéré. Le mur sud de cet institut, peut-être l'exemple le plus connu de l'enveloppe adaptative. Il est conçu par l'architecte Jean Nouvel et (Architecture studio) ; achevé en 1989. Et fabriqué à partir de 240 photosensibles qui jouent un rôle crucial pour le climat intérieur du bâtiment⁷⁷. fig. 22

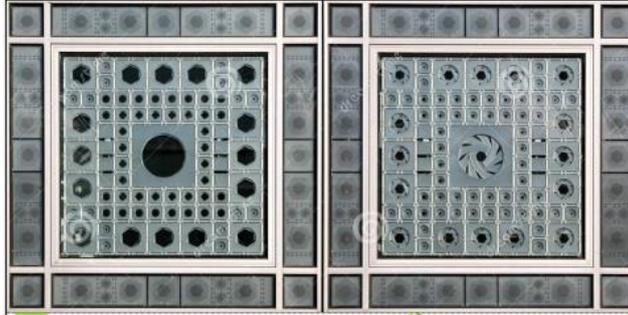


Figure 22 : La façade dynamique sud de l'institut du monde arabe à paris. (Source : <http://www.architecture-studio.fr>)

Panneau carrée de 198 cm, qui coulissent les unes par rapport aux autres, la composition est de soixante-treize dispositifs mobiles comme des objectifs d'appareil photo. Ces derniers sont munis de diaphragmes qui peuvent s'ouvrir et se fermer, suivant la course du soleil afin de contrôler le rayonnement solaire. Un ordinateur central reçoit les données d'intensité solaire et de température extérieure, d'un capteur extérieur situé sur le toit. L'utilisateur peut prédéfini un point de consigne pour la température et l'intensité solaire, tous les servomoteurs sont commandés par l'ordinateur centre pour ouvrir ou fermer les fermer les diaphragmes.

L'intensité solaire est la condition dominante utilisée pour contrôler les diaphragmes si le niveau d'ensoleillement sont trop élevés (par exemple une journée très ensoleillée en été) par rapport à la valeur de consigne prédéfini, Les diaphragme sont commandé de se fermer par l'ordinateur central pour réguler l'intensité de la lumière a l'intérieur et minimiser le gain de chaleur solaire vis la température EXT tombe en dessous de 5°C, l'ordinateur ignore la condition d'intensité solaire et commande l'ouverture de tous les diaphragmes pour maximiser le gain solaire de chaleur solaire.⁷⁸

10.2. Al Bahar tours :



Figure 23 : Le système dynamique d'ombrage a Al Bahar Tours. (Source : <https://laviebohemettravel.wordpress.com>)

⁷⁷ Les façades dynamiques; moyen de contrôle solaire pour accroître l'efficacité énergétique des équipements administratifs en climat aride Biskra. Par Cherif BENBACHA. 2017 pour l'obtention du grade (M.Sc.)

⁷⁸ ⁷⁹ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018

Al Bahar Tower inspiré du « Mashrabia », c'est un système d'ombrage traditionnel islamique. Le Mashrabia est un système d'ombrage efficace qui réduit le gain solaire, minimisant l'éblouissement et offrant l'intimité. Le génie de cette architecture d'Al Bahar Towers c'est l'utilisation de ce système (Mashrabia) comme une stratégie de protection solaire contre les rayonnements intenses du soleil de la ville d'Abu Dhabi.(Fig. 24).

Le « Mashrabia » à Al Bahar Tower se compose d'une série de modules de parapluie transparents qui s'ouvrent et se ferment en réponse à la trajectoire du soleil, chacun des deux tours contient plus d'un millier de dispositifs d'ombrage individuels, l'architecte s'est inspiré de la fleur de Mangrove où les tours sont situés, chaque unité de la paroi d'ombrage comprend une série de PTFE (polytétrafluoroéthylène) (Fig.25), l'état de panneau lorsqu' il est ouvert est entraînés par un actionneur linéaire qui va progressivement s'ouvrir et se fermer une fois par jour en réponse à une séquence préprogrammée qui a été calculée pour empêcher les gains solaires direct ce procédé se ferme complètement une fois que les rayons solaires attendent 400 watts. Toute l'installation est protégée par une variété de capteurs qui ouvriront les unités en cas de conditions nuageuses ou de vents violents.⁷⁹

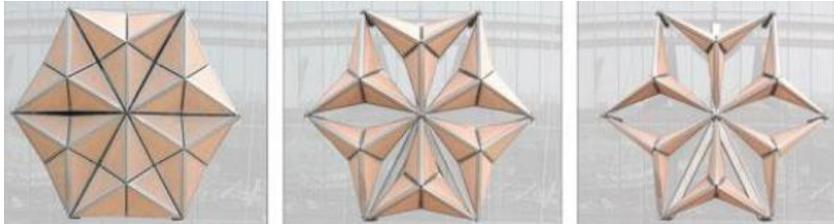


Figure 24 : Unité d'ombrage à différents états fermée, semi-fermée, ouverte (Source : <https://laviebohemetravel.wordpress.com>)

10.3. Kiefer technic showroom Autriche- 2007:



Figure 25 : Le système d'ombrage de showroom a Autriche 2007.

(Source : Façade Adaptative_ Qu'oc Huy TRINH_ Mémoire Master en Architecture_ ENSA Paris Val-de-Seine)

La façade se compose de volets électroniques a écran solaire en aluminium préformé • ceux- ci peuvent être résumés automatiquement pour optimiser le climat intérieur ou ils peuvent être personnalisés par les utilisateurs selon leur préférence • La façade change au cours de la journée en fonction de la position du soleil qui détermine la position du système d'ombrage par conséquent, le bâtiment peut passer d'une configuration complètement fermée a une façade vitrée transparente ouverte⁸⁰.

10.4. Centre d'Architecture HelioTrace :

⁸⁰ Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018

Le concept de la façade du « HelioTrace », réalisé dans le cadre d'une compétition architecturale menée par une équipe de l'initiative « Adaptive Building ». Le système de rideau cinétique Helio Trace peut suivre continuellement le chemin du soleil au cours d'une journée et d'une année. Contrairement aux autres mécanismes ; ce modèle cinétique développera expressément la lumière du jour alors que la diminution du gain de chaleur solaire aura des répercussions sur les résidents du bâtiment⁸¹. (fig. 26).

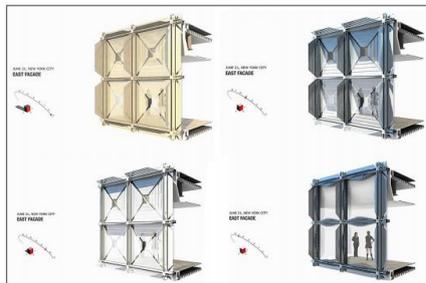


Figure 26 : Les modifications du comportement cinétique pendant la journée à HelioTrace. (Source : Les façades dynamiques; moyen de contrôle solaire pour accroître l'efficacité énergétique des équipements administratifs en climat aride - Biskra)

Trois éléments formalisent le système :

Les motifs cinétiques de l'ombre sur la façade du bâtiment sont liés à un revêtement préfabriqué, thermiquement efficace, qui permet l'utilisation des plaques de plafonds intérieurs refroidis qui ont un rendement énergétique inférieur à celui des autres solutions de climatisation standard⁸¹.

III- INSTITUT DE MUSIQUE

1- La culture :

1.1. Définition de la culture :

Selon l'UNESCO :

« La culture pour elle, se rapporte aux caractéristiques de la collectivité où s'interfèrent les croyances, les comportements, et la manière dont les gens les développent et les expriment⁸² ».

1.2. Champs culturel :

Ce champ culturel se traduit généralement par des activités qui se réfèrent aux différents modes d'expressions artistiques et culturelles, elles concernent généralement les domaines du patrimoine architectural, des arts plastiques, du livre et de la lecture, du spectacle vivant (Théâtre, musique, danse..) et s'élargissent également sur des activités situés dans D'autres secteurs comme l'artisanat ainsi que le dictent certains pays⁸³.

1.3. Définition de l'équipement culturel :

« Un équipement collectif public ou privé destiné à l'animation culturelle, dans lequel se mêlent les dimensions d'éducation et de loisirs : salles de spectacles, d'expositions, bibliothèques, médiathèques, musées, centres culturels...etc. »⁸⁴

⁸¹ Les façades dynamiques; moyen de contrôle solaire pour accroître l'efficacité énergétique des équipements administratifs en climat aride Biskra. Par Cherif BENBACHA. 2017 pour l'obtention du grade (M.Sc.)

⁸² Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture.

⁸³ ⁸⁵ ⁸⁶ Mémoire de mastère, CONSERVATOIRE DE MUSIQUE A TLEMCEN, par Mohammed Othman MERZOUK, 2016.

⁸⁴ LUCCHINI Françoise, « les équipements culturels au service de la population ». En ligne (<https://journals.openedition.org/>).

1.4. Type des équipements culturels :

Centre culturel ; Complexe culturel ; Palais de congrès ; Maison de jeunes ; Musée ; Théâtre ; Cinéma ; Opéra, Maison de culture ; Bibliothèque ; École de formation artistique Cité d'art, Maison d'art ; centre d'art.⁸⁵

1.5. Classification des équipements culturels :

On peut classer les équipements culturels selon 3 critères ⁸⁶:

a- Selon l'échelle d'appartenance :

Équipements locaux : Ils servent aux petites unités « structurelles » urbains aux villages, le périmètre d'actions ne dépasse pas 0.5 à 1 km, les équipements peuvent être regroupé dans un seul bâtiment ; on peut incorporer : club scientifique local, salle des réunions et de conférences, bibliothèque... La capacité de ces équipements doit être calculée sur la base du nombre d'habitants de l'unité desservie.

Équipements à fonction régionale ou nationale : Ils servent à la ville concernée, aux régions déterminées ou aux pays entier, en égard à l'importance ou à la spécialisation rigoureuse des équipements, ceux-ci sont pour la plupart à vocation unique, implantés soit au centre-ville, soit dans un endroit bien déterminé qui sont généralement, les centres des recherches, les centres culturels scientifiques, les centres de loisirs scientifiques...

b- Selon la durée de fréquentation :

Tels que des équipements d'accueil en plein temps, quotidien ou ceux qui ont une fréquentation occasionnels relatives aux manifestations du moment.

c- Selon les activités : On trouve tout ce qui est touchent l'éducation et les activités Littéraires : auditorium, centre de Recherche, bibliothèque, institut de musique. Ce qui est lié au divertissement et au spectacle : théâtre, cinéma, musée. Et enfin ce qui est touchent les activités socioculturelles.

2- Education :

1.1. Définition de l'éducation :

L'éducation est, étymologiquement, l'action de « guider hors de », c'est-à-dire développer, faire produire. Il signifie maintenant plus couramment l'apprentissage et le développement des facultés physiques, psychiques et intellectuelles, les moyens et les résultats de cette activité de développement. L'éducation humaine inclut des compétences et des éléments culturels caractéristiques du lieu géographique et de la période historique. L'éducation est considérée comme un élément important du développement des personnes⁸⁷.

3- La musique :

3.1. Définition de la musique :

Musique, art né de la combinaison ordonnée de sons Accompagnant initialement la parole, la danse et le culte religieux, pour s'en détacher au fil du temps et devenir le mode d'expression artistique le plus abstrait est l'une des pratiques culturelles les plus anciennes.⁸⁸

4- Genèse de la pratique musicale :

Si on revient 40 000 ans en arrière on remarque que la musique était un langage entre les tribus et les individus ce qui présente l'interférence entre musicologie et sociologie et c'est

⁸⁷ Mémoire mastère, Concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et du bioclimat, par Hachem Sari , Azize Dehane. Oum el bouaghi

⁸⁸ ⁸⁹ ⁹⁰ Mémoire de mastère, CONSERVATOIRE DE MUSIQUE A TLEMCEN, par Mohammed Othman MERZOUK, 2016.

à cette époque qu'apparaissaient les premiers instruments fabriqués en bois ou avec les os des animaux, c'était la découverte de la notion de son et de rythme⁸⁹.

5- Enseignement de la musique :

L'éducation musicale est une discipline qui s'occupe, d'une part, de l'enseignement et de l'apprentissage de la musique (académique, populaire et du monde) et, d'autre part, de l'éducation aux aspects sociaux et culturels du code sonore et des bruits dans notre monde actuel. Un enseignement complet et exemplaire doit prendre en charges les disciplines suivantes⁹⁰:

- Histoire de la musique.
- Théorie et solfège.
- Langue étrangère : assurer une ouverture sur le monde.
- Etude théorique de l'orchestration.
- Instrumentation ou technique vocale.
- Matières techniques et informatique.

6- Etablissements d'enseignement de la musique au niveau internationale :

L'enseignement spécialisé de la musique en général est organisé dans des structures d'enseignement public et privé, permanentes, périodiques et ponctuelles. L'enseignement supérieur s'adresse aux futurs professionnels (praticiens, enseignants, musicologues). L'enseignement non supérieur est destiné à former des musiciens amateurs et un public éclairé.⁹¹

6.1. La cité de la musique :

La cité de la musique est un établissement public regroupant plusieurs équipements musicaux, dont le but est d'offrir au public des modes d'approche variés de la musique. Ses divers services s'adressent au grand public, mais également aux enseignants, aux professionnels de la musique et aux futurs interprètes.

- **Echelle d'appartenance :** Internationale.
- **Type d'utilisateur :** Grand public, Professionnels, Amateurs et débutant.
- **Programmation :** Enseignement, recherche, Culture, Divertissement.

6.2. Institut de musique :

Équipement nécessaire à l'étudiant pour lui offrir les conditions favorables à sa réussite à devenir professionnelle.

- **Echelle d'appartenance :** nationale
- **Type d'utilisateur :** Professionnels, étudiants et chercheurs.
- **Programmation :** Enseignement, recherche, Culture.

6.3. École de musique :

Les écoles de musique ont chacune leurs propres méthodes, elles sont généralement plus tournées vers la pratique instrumentale ou vocale.

- **Echelle d'appartenance :** régionale
- **Type d'utilisateur :** Professionnels, élèves, amateurs et débutant
- **Programmation :** Enseignement, Culture,

6.4. Conservatoire de music :

C'est un équipement culturel destiné au public consacré à l'apprentissage de la musique et la Conservation du patrimoine musical, suivant un programme pédagogique.

- **Echelle d'appartenance :** locale
- **Type d'utilisateur :** Professionnels, élèves, amateurs et débutant
- **Programmation :** Enseignement, Culture.

7- Etablissements d'enseignement de la musique en Algérie:

L'Algérie dispose d'un répertoire musical assez vaste et varié, la diversité culturelle et sociale à travers le pays, fait que chaque région a son propre cachet artistique et musical ⁹²:

- Au sud: on retrouve la musique Targui et le chant saharien.
- La région des hauts plateaux: qui se démarque avec sa musique berbère associée au son de la gasbah.
- Oran: berceau de la musique Rai.
- La région de la Kabylie: qui se distingue avec sa musique rythmée. Tlemcen, Alger, et Constantine: villes qui représentent les trois grandes écoles de la musique Arabo-andalouse.

La promotion et l'enseignement de tout ce riche répertoire se fait dans ⁹³:

- Le conservatoire national d'Alger
- l'institut national de formation musicale d'Alger.
- Les instituts régionaux de musique: (IRM) tels que l'institut régional de formation musicale de Batna.
- Les conservatoires de villes: tels que le conservatoire d'Oran.
- Les conservatoires communaux: tels que le conservatoire de Tlemcen (El Mechouar).
- Les associations musicales: telles que les associations de musique andalouse à Tlemcen.

8- Missions d'instituts de musique :

Les missions assignées à un conservatoire de musique, danse et arts dramatiques peuvent être résumées ainsi ⁹⁴:

- Épanouissement de l'individu à travers ces formes d'expressions artistiques.
- Éveiller et développer chez l'enfant la reproduction, l'invention sonore et l'initier.
- Appréhender les différents domaines du langage musical : Lecture, rythme, chant.
- Développer la sensibilité artistique et créative de l'enfant, grâce à un travail corporel sur le rythme et les sons.

Conclusion :

L'introduction de la lumière naturelle peut donner un ou plusieurs sens à l'espace, car la forme et l'espace architectural ne peuvent seuls influencer la sensation de l'ambiance sans la pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur, donc la lumière naturelle va partager sa tâche avec l'espace pour créer des ambiances lumineuses différentes, la combinaison de l'éclairage et le contraste de luminance, la couleur de lumière ainsi que la reproduction des

^{91 92} Mémoire de maîtrise, CONSERVATOIRE DE MUSIQUE A TLEMCEEN, par Mohammed Othman MERZOUK, 2016

^{93 94} Mémoire de maîtrise, CONSERVATOIRE DE MUSIQUE A TLEMCEEN, par Mohammed Othman MERZOUK, 2016

couleurs, sont les éléments importants pour déterminer la couleur du climat et le confort visuel et une ambiance lumineuse homogène.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le premier chapitre, tout le long duquel, on s'efforcera de définir l'ambiance lumineuse et enjeux du confort lumineux et démontrer les différents systèmes et mécanismes de la façade intelligente pour contrôler et atteindre une ambiance lumineuse homogène et un sentiment de confort visuel et ainsi ce chapitre présente tout ce qui concerne l'art musical et l'établissement d'enseignement de la musique.

CHAPITRE 02
ETUDE ANALYTIQUE

Introduction :

Les établissements d'enseignement culturel doivent être stimulants et adaptables, et offrir des espaces compatibles avec différentes approches d'enseignement et d'apprentissage.

Durant la conception de projet, on doit tenir compte des exigences d'adaptabilité et de flexibilité de projet ainsi que la nécessité d'offrir une ambiance lumineuse homogène et une sensation de confort visuel dans les salles de classe de musique. la conception de projet doit être l'aboutissement de toute analyse déjà faite.

Dans ce chapitre consiste une étude analytique des exemples de projets. Les exemples choisis sont des établissements d'enseignement musical qui sont retenus pour leur qualité architecturale, la richesse du programme, la façade intelligente et la similitude de notre contexte. Ainsi dans ce chapitre présente une synthèse de l'analyse des exemples, une analyse de site de Biskra, un programme proposé après avoir extrait et revu les programmes des exemples analysés et le programme officiel. On termine ce chapitre par une conclusion.

Etude des exemples :



1- music school, Claude Debussy

1. 1. Fiche technique :

- Location: paris, France
- Architectes: Basalt Architects
- Architect in charge: Olivier Landrin
- Surface bâti: 3147 m2
- Budget: € 23,8 million
- Capacité: plus de 2000 élèves
- Capacité d'auditorium: 300 places
- Année de réalisation: 2013

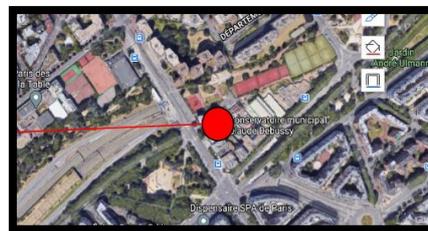


Figure 01 : Localisation d'école de musique Claude Debussy (Source :www.googleearth.com)

1.2. Contexte :

1.2.1 Environnement lointain :

a- Urbain/Naturel : Le projet se situe dans un tissu urbain

Le conservatoire municipal Claude Debussy est situé dans la ville paris, France Dans une zone culturel (tissu urbain culturel Qui l'entoure; (Ecole de paris, Médiathèque, crèche,

école polyvalente, école Montessori bilingue paris, centre européen judaïsme, tennis sport, piscine Champperret, résidences.

b- Rapport ville/édifice : Le projet est à l'échelle de la ville. Le conservatoire Claude Debussy est un équipement à l'identité forte avec sa peau de cuivre et son volume semblant en mouvement.

1.2.2 Environnement immédiat :

a- Repérage : Le bâtiment est un signal fort dans la ville par son volume et la singularité de son traitement architectural.

b- Intégration/contraste : Son traitement architectural l'identifie comme un élément valorisant qui se veut en dialogue constant avec la ville, les salles de danse sont largement vitrées. une volumétrie qui répond aux immeubles de logements au Nord. Le sud, la peau plissée et ses perforations qui dialoguent avec les immeubles haussmannien à l'architecture posée.

c- accueil / attraction : la façade et la Forme de projet de composant attrayante.



Figure 02 : école de musique Claude Debussy. (Source: www.Archdaily.com)

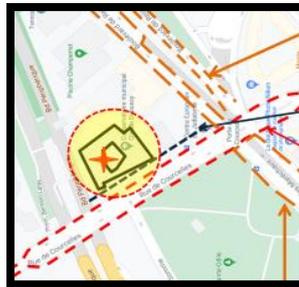


Figure 03 : représente l'accessibilité de l'école de musique Claude Debussy. (Source: www.googlemaps.com).

d- Accessibilité :

La situation du site est caractérisé par :

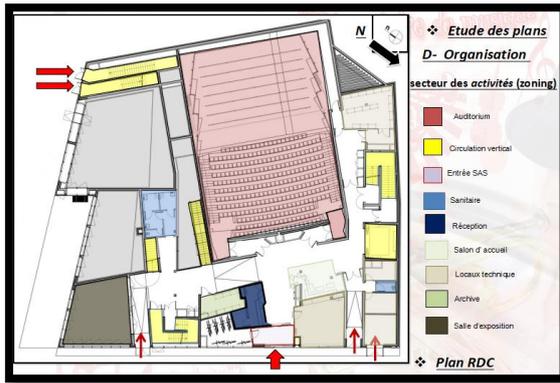
- 1- une voie mécanique principale Rue de Courcelles
- 2- Trois voies secondaire (Boulevards de la somme, B. Maréchaux, B. de Reims)

Un accès piétonnier principal côté Rue de Courcelles.

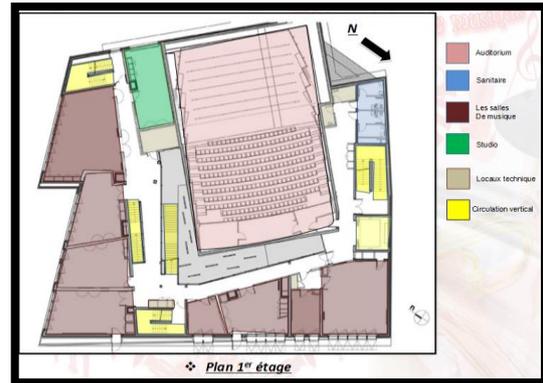
1.3. Organisation :

1.3.1 Secteur des activités (zoning) :

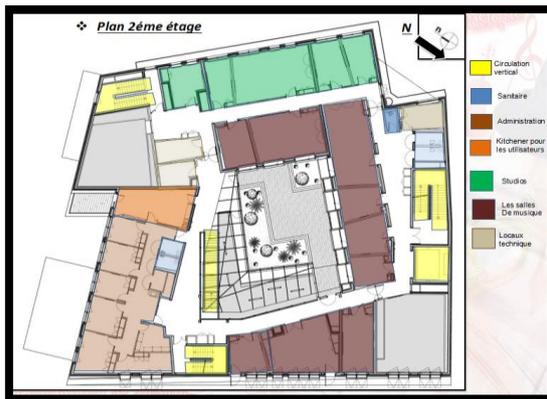
This is the idea that has driven the project from the auditorium at its heart to the music rooms. Because that is how we have perceived the facilities.



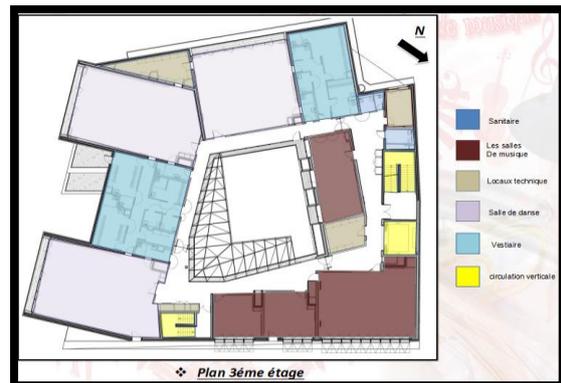
Source : www.Archdaily.com



Source : www.Archdaily.com



Source : www.Archdaily.com



Source : www.Archdaily.com

1.4. Ordre des façades :

Façade intelligente :



Figure 04 : la façade intelligente d'école musique Claude Bussy. (Source : www.Archdaily.com)

Les façades sont habillées de cuivre, matériau scintillant, évoquant les instruments à vent en cuivre. Le bâtiment semble en mouvement, façade dynamique, grâce à un jeu de peau extérieure qui se plisse et ondule pour laisser entrer la lumière par les nombreuses ouvertures. En outre, la micro perforation des tôles de cuivre introduit un lissage entre les parties pleines et vides ; elle accentue l'effet aléatoire et nébuleux de la façade. Les rayons solaires tombent sur la peau perforée (les panneaux) et se reflètent le plafond pour éclairer l'espace d'une façon harmonieuse et pour réduire l'éblouissement.



Figure 05 : la façade intelligente d'école musique Claude Bussy. (Source : www.Archdaily.com)

1.5. Attributs d'ambiances dans les salles de classe musicale :

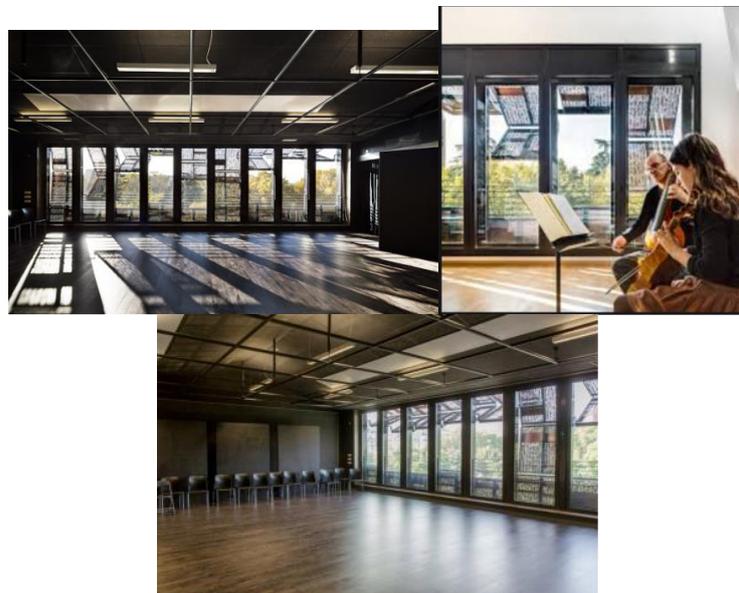


Figure 06 : les salles de classe musicale de école de musique Claude Bussy. (Source : www.Archdaily.com).

- Les salle de classe musicale sont répartie au sud-ouest et ils ont traité la façade par la peau perforé dynamique, pour contrôler la lumière naturel a l'intérieur, pour atteindre le confort visuel.
- a lumière naturelle participe à la qualité des espaces de circulation, depuis les niveaux s'ouvrant sur le patio jusqu'aux niveaux inférieurs, au cœur du bâtiment.
- La peau plisse pour laisser la lumière naturelle entrée, Le motif de perforation dessiné pour chaque volet joue un rôle de filtre solaire, nécessaire au confort des utilisateurs.
- Le revêtement avec des couleurs matte.



2- École de musique régionale et salle de concert Ventspils

2.1. Fiche technique :

- Location: Ventspils, Lettonie, Germany
- Architecte: haascookzemmrich STUDIO2050, Stuttgart
- Associé en charge: David Cook
- Architecte local: Studio MSV, Riga, Lettonie
- Surface bâti: 8000 m²
- Capacité: Salle de concert 600, Théâtre Black-Box 150, Amphithéâtre extérieur env. 1 000.
- Année de réalisation : 2019.

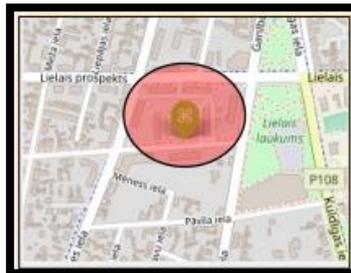


Figure 07 : Ecole de musique Ventspils. (Source :www.Archdaily.com) / figure 08 : localisation d'école de musique Ventspils. (Source : www.googlemaps.com)

2.2. Contexte :

2.2.1. Environnement lointain :

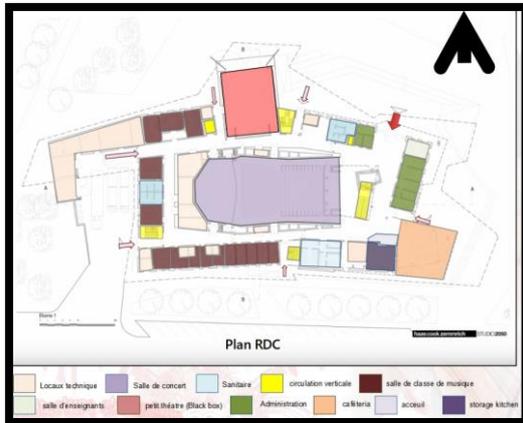
- a- **Urbain/Naturel :** L'école de musique régionale et salle de concert Ventspils est située dans la ville Ventspils, Germany dans tissu urbain.
- c- **Rapport ville/édifice :** Le projet est à l'échelle de la ville.

2.2.2 Environnement immédiat :

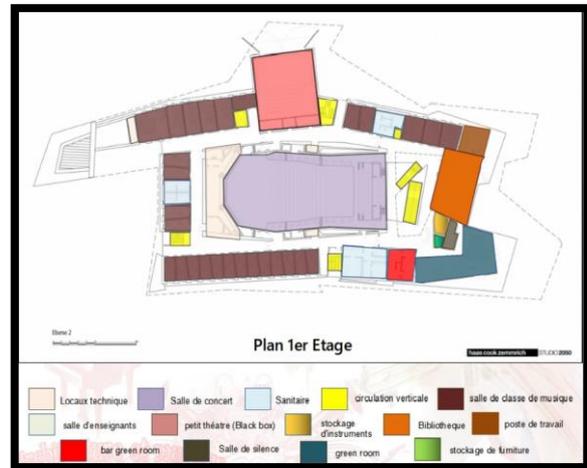
- a- **Repérage :** L'école de musique Ventspils est un équipement à l'identité et un signal fort avec son volume et sa façade intelligente
- b- **Intégration/contraste :** Son traitement architectural et son volume qui est contraste avec la ville.
- c- **accueil / attraction :** le traitement des façades et Forme de projet de composant attrayante
- d- **rapport extérieur / intérieur :** relation direct, les espace de repos et l'espace de lecture est largement vitrées, un contact visuel direct avec l'extérieur.

2.3. Organisation :

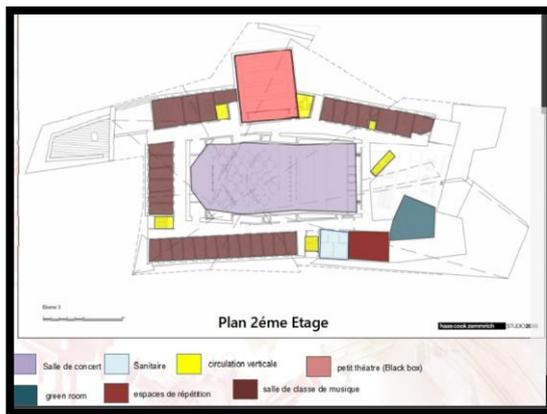
2.3.1. Secteur des activités (zoning) :



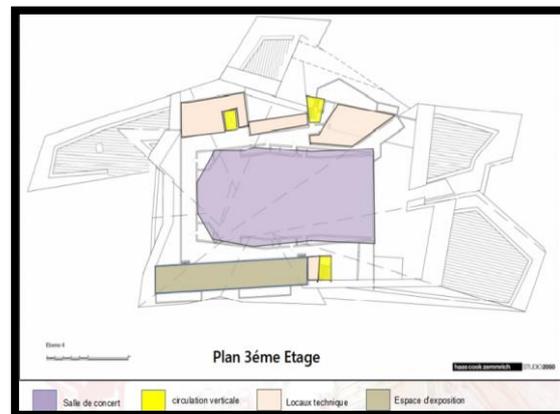
Plan RDC. Source : www.Archdaily.com



Plan 1^{er} Etage. Source : www.Archdaily.com



Plan 2ème Etage. Source : www.Archdaily.com



Plan 3ème Etage. Source : www.Archdaily.com

2.4. Ordre des façades :

2.4.1 Façade intelligente :



Figure 09 : la façade intelligente d'école de musique Ventspils. (Source : www.Archdaily.com).

Le concept repose sur des façades étanches à l'air hautement isolées et à triple vitrage, combinées à des stores mobiles dans des fenêtres en caisson, qui optimise la lumière naturelle dans les salle de classe musicale en réglant la position de ses lames brise-soleil rotative intégrée selon l'angle d'incidence le plus adapté un capteur externe détecte la position du soleil et l'intensité lumineuse et un capteur interne enregistre l'intensité lumineuse intérieure.

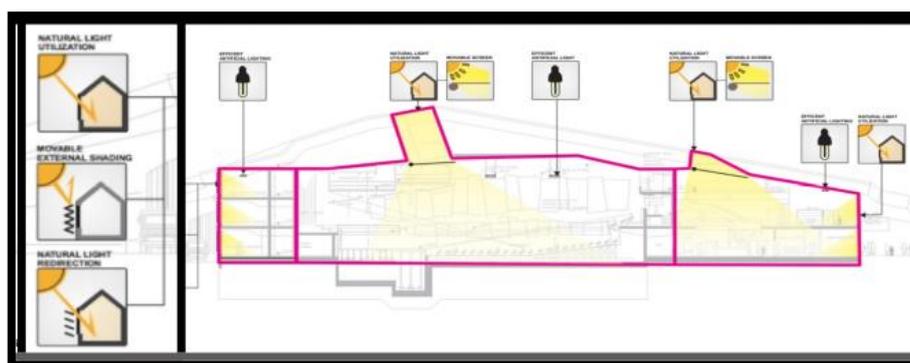


Figure 10 : système de façade intelligente d'école de musique Ventspils.
(Source : www.haascookzemmrich.com).

2.5. Attributs d'ambiances dans les salles de classe musicale :

Les salles de classe sont orientées au Nord et Sud et quelques unes à l'Ouest. L'orientation Est, est pour green room, bibliothèque, poste de travail.



Figure 11 : Les salles de classe musicale d'école de musique Ventspils. (Source : www.Archdaily.com)

Un contact direct à l'extérieur pour le confort visuel, une répartition harmonieuse à l'intérieur en utilisant les stores mobile pour contrôler la lumière naturel (sud, ouest).

A l'intérieur des salles de classe, les matériaux des revêtements sont matte (pas brillant) et le revêtement du plafond clair par rapport au plancher, les tableaux et les tables ce qui en face d'étudiant est de couleur plus sombre par rapport au planché (couleur matte) pour réduire l'éblouissement. Une répartition harmonieuse de la lumière dans les salles de classe musicale à partir des façades adaptatives stores mobile auto qui contrôlent la lumière un confort visuel revêtements clairs et mates.



3- École de musique d' Elancourt

3.1. Fiche technique :

Maîtres d'ouvrages : commune d'Elancourt en France
 Maîtres d'œuvres : OPUS 5
 Architectes Chef de projet : Hung Ton, Louis Choulet (BET Fluides)
 Entreprises : Cabinet Votruba (Economiste), Impédance (BET Acoustique)
 Localisation : place de la Foi // 78990 Élançourt
 Destination : Ecole de Musique
 Surface SDP : 900 m²
 Coût : 2 M € HT
 Date de réalisation : 1974.

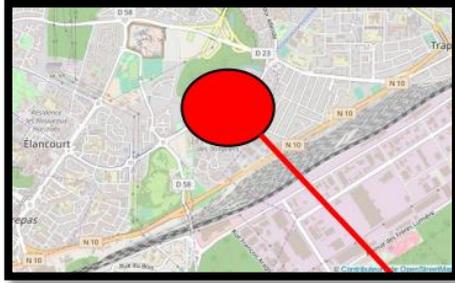


Figure 12 : Localisation de musique d'Elancourt. (Source : www.googlemaps.com) / figure 13 : école de musique Elancourt. (Source : www.Archdaily.com)

3.2. Contexte :

3.2.1 Environnement lointain :

a- **Urbain/Naturel :** L'école de musique Elancourt est située dans la commune Elancourt, France dans un tissu urbain.

b- **Rapport ville/édifice :** Le projet est à l'échelle de la ville, Le projet permis de rendre la vie au bâtiment.

3.2.2 Environnement immédiat :

a- **Repérage :** Le projet s'est attaché à offrir un visage rajeuni et attractif en préservant ce qui caractérisait cette œuvre architecturale, c'est-à-dire, la brique.

b- **Intégration/contraste :** Son traitement, architectural et son volume qui est intégré avec la ville.

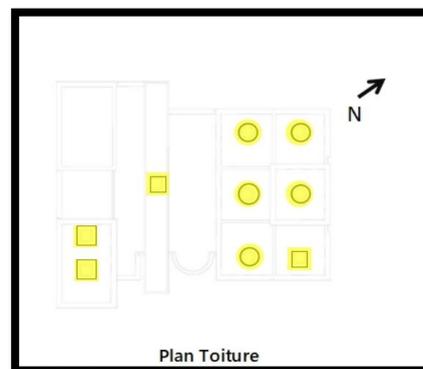
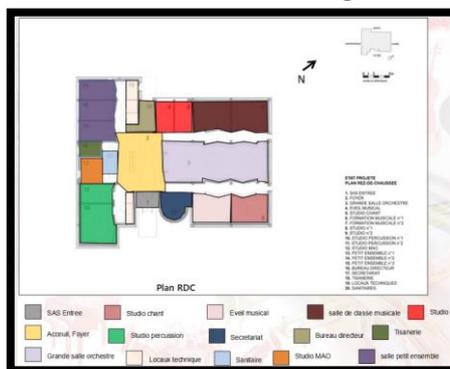
c- **accueil / attraction :** La façade qui est en brique et le jeu de volume du projet sont les éléments composant attrayante.



Figure 14 : école de musique Elancourt. (Source : www.Archdaily.com)

3.3. Organisation :

3.3.1. Secteur des activités (zoning) :



Plan RDC. Source : www.Archdaily.com

Plan Toiture. Source : www.Archdaily.com

3.4. Ordre des façades :



Figure 15 : la façade d'école de musique Elancourt. (Source : www.Archdaily.com)

Les façades en briques neuves, en continuité et sans rupture de niveau. Objectif : apaiser la complexité des volumes par l'unité totale du matériau de l'enveloppe

Au-devant les fenêtres, les parois sont traitées en moucharabiehs. Elles conservent le principe architectural d'origine qui favorise l'introversion et l'intimité aussi propre à un lieu d'apprentissage de la musique. (Figure 16)



Figure 16 : Paroi en mushrabiah a l'école de musique Elancourt. (Source : www.Archdaily.com).

3.5. Attributs d'ambiances dans les salles de classe musicale :



Figure 17 : Les salles de classe musicale d'école de musique Elancourt. (Source : www.Archdaily.com).

À l'intérieur des salles de classe, les murs habillés de bois clair, le plafond d'un matériau mat et clair non réfléchissant.

La lumière diffuse et zénithale des lanterneaux en toiture, combinée aux parois acoustiques des murs habillés de bois clair, emplit alors les espaces d'une douceur propre à la concentration pour apprendre la musique.

Dans toutes les grandes salles de formation musicale, des puits de lumière du jour circulaires ou rectangulaires ont été mis en place. Ainsi, la qualité de l'éclairage naturel a été grandement améliorée par rapport à l'aménagement antérieur.



4 - Institut régional de musique à Biskra

4.1. Fiche technique :

Location: Biskra, Algeria.
Architecte: Amine Mattallah.
Année de réalisation: 2008.
Capacité: 135 usg
Capacité parking: 18 places.
Surface totale du projet: 1700.00m².
Surface Bâtie: 818.00m².

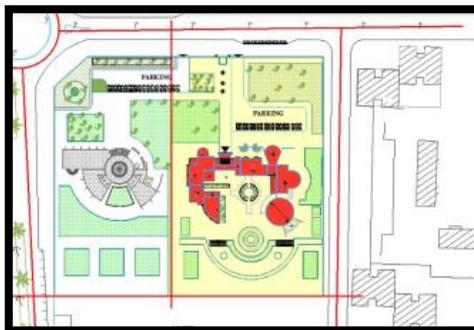


Figure 18 : Localisation d'institut de musique de Biskra, / Figure 19 : Plan de masse de l'institut de Musique à Biskra

(Source : www.googleearth.com)

(Source : direction de la culture.)

4.2. Contexte :

4.2.1 Environnement lointain :

- a- **Urbain/Naturel** : Le projet se situe dans une zone urbaine.
- b- **Rapport ville/édifice** : La hauteur du projet est similaire à celle des autres bâtiments.
- c- le projet est à l'échelle de la ville.

4.2.2 Environnement immédiat :

- a- **Repérage** : Le site du projet lui donne un repère, mais la clôture cache la façade principale du projet.
- b- **Intégration/contraste** : Le projet est intégré au niveau de plan de masse ainsi que la façade urbaine, Le projet suit les axes mécaniques, Le projet a le même traitement de façades des bâtiments à côté.
- c- **Identification** : Le traitement de la façade principale permet d'identifier le projet.

d- **Accueil / attraction** : Le parking représente un espace d'accueil et la salle de concert et la cour sont des éléments d'attractions.



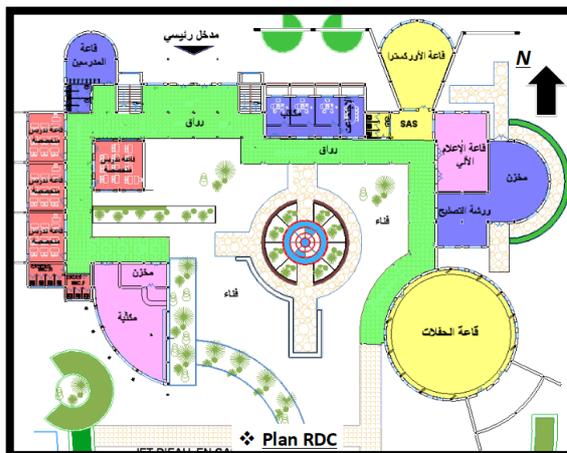
Figure 20 : institut de musique de Biskra / (Source : Auteur).



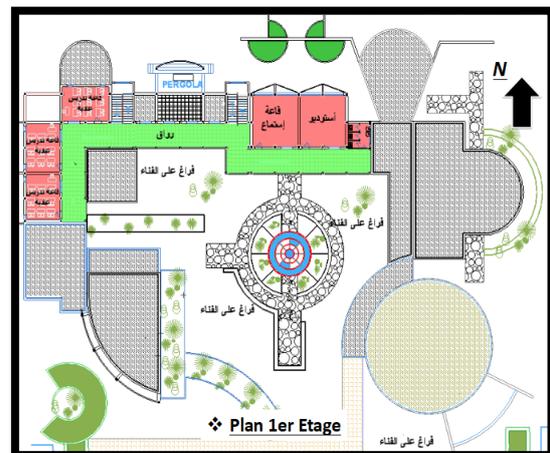
Figure 21 : Volume d'institut de musique de Biskra (Source : La direction de la culture)

4.3. Organisation :

4.3.1 Secteur des activités (zoning) :

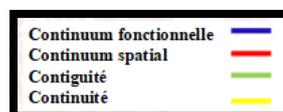
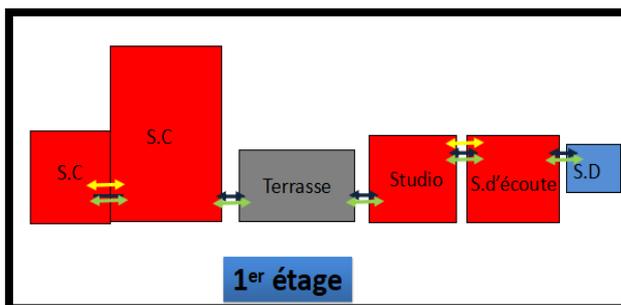
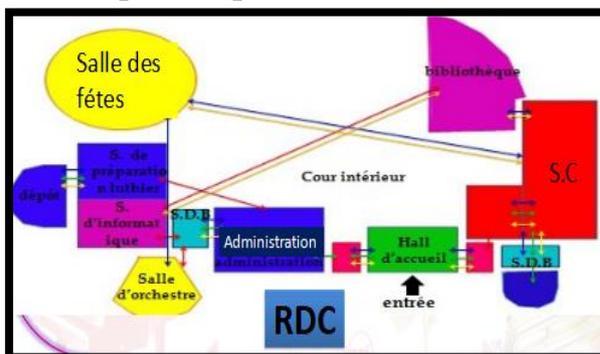


Plan RDC. Source : Direction de la culture.

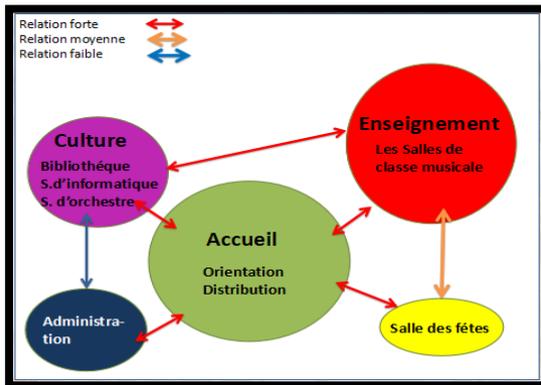


Plan 1^{er} Etage. Source : Direction de la culture.

4.3.2 Propriétés spatiales:



4.3.3 propriétés fonctionnelle :



4.4. Ordre des façades :

- Une Façade statique avec un rythme composite et symétrie au niveau des façades.
- La fonctionnalité l'un des principes de la façade.
- Utilisation des brises solaires pour éviter l'éblouissement et réduire la lumière de soleil.
- Les brises solaires horizontales sont orientées au nord et sud de la façade.



Figure 22 : La façade principale de l'institut de musique- Biskra (Source : Auteur).

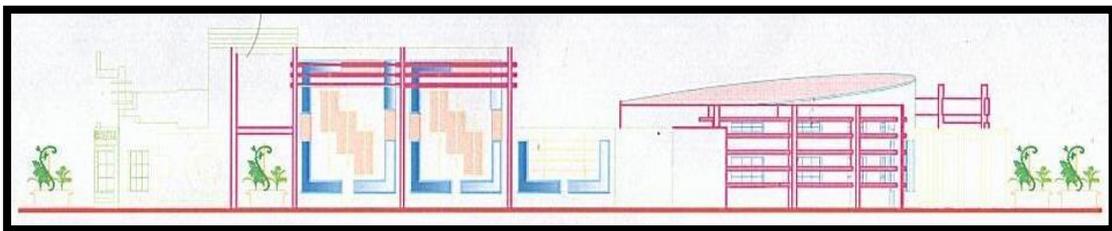


Figure 23 : La façade Sud de l'institut de musique- Biskra (Source : Direction de la culture).

4.5. Attributs d'ambiances dans les salles de classe musicale :

Certain salle de classe n'atteignent pas le confort visuel à cause d'une lumière naturel insuffisante.

Les salles de classe sont répartie latéral par rapport au projet, Ouest et Nord. Les classes qui sont répartie au nord, a une lumière naturel homogène, absence des tache de rayon solaire, et pas d'éblouissement. Utilisation des brises solaires pour réduire la lumière du soleil et pour tirer contre le vent. Les classes qui sont répartie au Ouest a une lumière non homogène et n'atteignent pas le confort visuel. L'éblouissement et les tache solaire dans les salles.

Les revêtements des matériaux dans les salles de classe musicale de couleur clair et matte, le plafond plus clair par rapport le plancher et le mur.



Figure 24 : La salle de classe musicale de l'institut de Biskra, orientation Ouest. (Source : Auteur).



Figure 25 : La salle de classe musicale de l'institut de Biskra, orientation Nord. (Source : Auteur).

5 Synthèse analyse des exemples :

Dimension	Intégration du projet dans son environnement.
	Permettant une bonne et facile perméabilité du projet.
Contextuelle	Donner un repère au projet par un traitement de façade particulier.
	Une expression musicale et une touche artistique pour identifier le projet et mettre en valeur sa fonction.
Environnement Physique	Prendre en compte l'aspect de la pollution sonore et environnementale, et ceci en créant des espaces verts et autres espaces aquatiques, et en évite de répartir les salles de classe musicale à proximité de la voie mécanique.
	Traiter tous le périmètre du projet avec de la végétation pour créer un micro climat et diminuer les nuisances extérieures.
Qualité d'environnement intérieur des salles de classe musicale	Un plafond de matériau clair et non brillant, mate, ça donne une apparence de clarté pour répartir la lumière naturelle uniformément et d'une façon homogène. Ainsi le plafond d'une luminance élevée et le plancher d'une luminance inférieure à celle du plan de travail.
	Les finitions de surface dans les salles de classe musicale devraient être mates et en particulier ; le tableau noir, le plateau de bureau, les carte et les images et les surfaces qui sont face aux étudiants.
	Eviter les écarts importants de luminance entre les différentes surfaces (murs, plafond,..)

	La différence des réflectivités des murs tend à réduire le contraste entre la fenêtre éclairée et le mur adjacent.
	Les murs des salles de classe musicale devraient être de couleur clair et mate.
	Les teintes douce et le revêtement du sol faut pas utiliser de couleur sombre et le meilleur revêtement pour le plancher est le bois dans les salles de classe musicale
Eclairage	Eviter l'éblouissement direct et indirect. / une uniformité de l'éclairage. /une teinte de lumière agréable. / un niveau d'éclairément suffisant.
Orientation	Les salles de classe musicale orientées vers le nord et Sud-Est représentent la bonne situation. concerne la direction, la lumière du jour devrait être fournie à côté du travailleur côté gauche est plus préférable).
Façade	Les salles de classe musicale qui sont exposées directement au soleil, elles doivent être obligatoirement munies d'un système d'occultation solaire. Utilisation d'une façade intelligente, dynamique de système Kiné tic perforé ou des brises soleils de système domotique de controlite, pour contrôler la lumière naturel dans les salles de classe musicale et pour une répartition harmonieuse de la lumière pour obtenir une bonne qualité d'éclairément.

Tableau 01 : synthèse des exemples. Source : Aouteur.

6 analyse de site :

6.1. Identification de site :

6.1.1. Situation de la ville de Biskra :

Biskra, la porte du désert et la reine des Zibans constitue un trait d'union entre le nord et le sud de l'Algérie. Elle se situe dans le sud-est du pays, à une latitude de 34° 48' Nord et une longitude de 5° 44' et avec une altitude de 81 m.

La wilaya de Biskra est limitée au Nord par la wilaya de Batna, à l'Est par la wilaya de Khenchela, à l'ouest par la wilaya de Djelfa et au sud par la wilaya d'Ouargla.

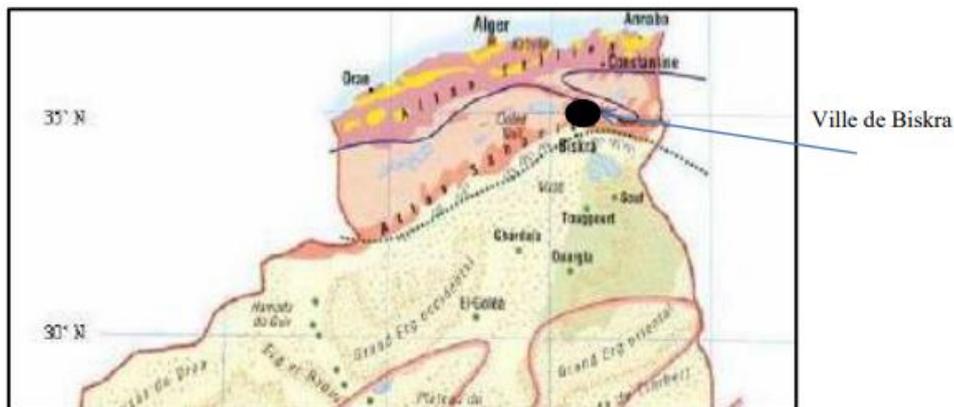


Figure 26 : Carte géographique de l'Algérie (Source : <http://fr.wikipedia.org/>)

6.1.2. Analyse du contexte physique :

a- Le climat :

Tout concepteur a besoin de connaître le climat du lieu où il doit construire. C'est-à-dire le régime de température et de l'humidité de l'air, le régime et la nature des précipitations, l'ensoleillement, le régime et la nature des vents (Lavigne, 1994). Le climat de la ville de Biskra se caractérise par un été très chaud et un hiver modéré avec une température moyenne annuelle de 22.8 °C, et une vitesse d'air moyenne de 4.4 m/s dans la direction nord-ouest/sudest, avec un moyen taux d'humidité de 40 %, alors que les pluies restent rares au courant de l'année.

b- La température :

Les températures de la ville de Biskra présentent de forts contrastes entre l'hiver et l'été. Pour cela on distingue deux périodes :

Une période chaude et longue : s'étend depuis avril jusqu'à septembre et/ou les températures moyennes annuelle sont supérieures à 26 °C. Toutefois les températures les plus élevées sont enregistrées pendant les mois les plus chauds de l'année ; juillet avec une température moyenne mensuelle de 34.4 °C. Une période froide et courte : s'étend de décembre jusqu'à février où les températures moyennes sont basses, avec une température de 5.4 °C.

c- L'humidité relative de l'air :

La ville de Biskra se caractérise par des humidités relatives très basses, ceci est dû à l'absence des surfaces d'eau et de la couverture végétale aux alentours, d'autre part l'effet des oasis autour de la ville et les jardins reste insignifiant à l'effet du rayonnement solaire et des vents chauds. L'humidité relative moyenne est de 26.2 % pendant le mois de juillet, avec une valeur moyenne minimale de 16.78 % enregistrée depuis avril jusqu'à août, elle augmente pour atteindre la valeur de 76.7 % en décembre avec un maximum moyen de 70.1 % en novembre.

d- Le régime des vents :

Selon les données climatiques, les vents dominants viennent du Sud et du sud-ouest pendant l'été et du nord, Nord – Est, pendant l'hiver et le printemps (saison des vents poussiéreux). Les vitesses moyennes varient entre 3.9 à 6 m/s avec une moyenne de 4.4 m/s, la période des vents poussiéreux s'échelonne entre les mois de mars et mai.

e - Les précipitations :

Biskra reçoit des quantités très réduites de précipitation, avec une moyenne annuelle de 127,9 mm, car l'atlas tellien marque une barrière entre le nord et le sud, s'oppose aux nuages pluvieux, ce qui explique la rareté des pluies dans cette région. L'analyse climatique révèle que le climat de Biskra est très dur, surtout en été à cause :

- Du rayonnement solaire intense,
- Des températures très élevées,
- La rareté des pluies, On constate que le climat de la région est chaud et sec.

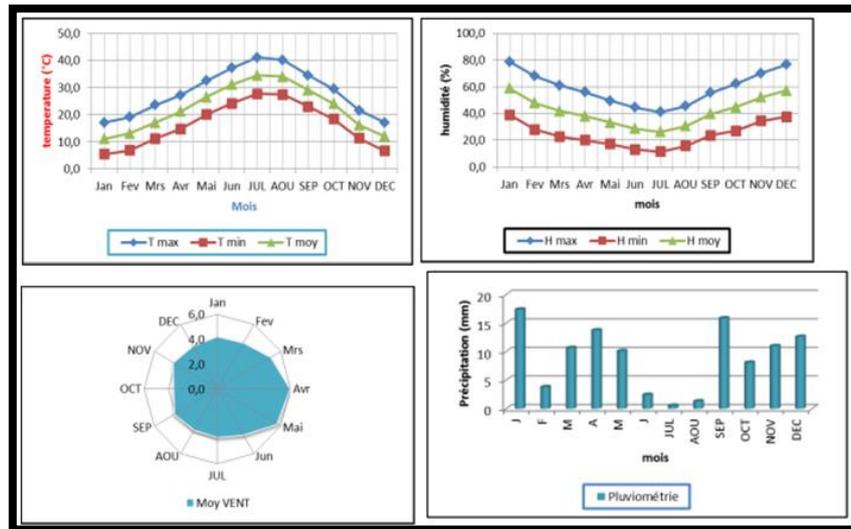


Figure 27 : Interprétation des données météorologiques de la ville de Biskra (période 2003-2013)
(Source : l'ONM, 2014)

6.2. Identification de terrain :

6.2.1. Situation du terrain :

Le terrain du projet est situé dans la zone haute (AL Aalya), à côté de la route nationale n°31 menant à l'état de Batna, sui est loin du siège de l'état à 2.3 Km de l'université de Mohamed Khider à 850m.

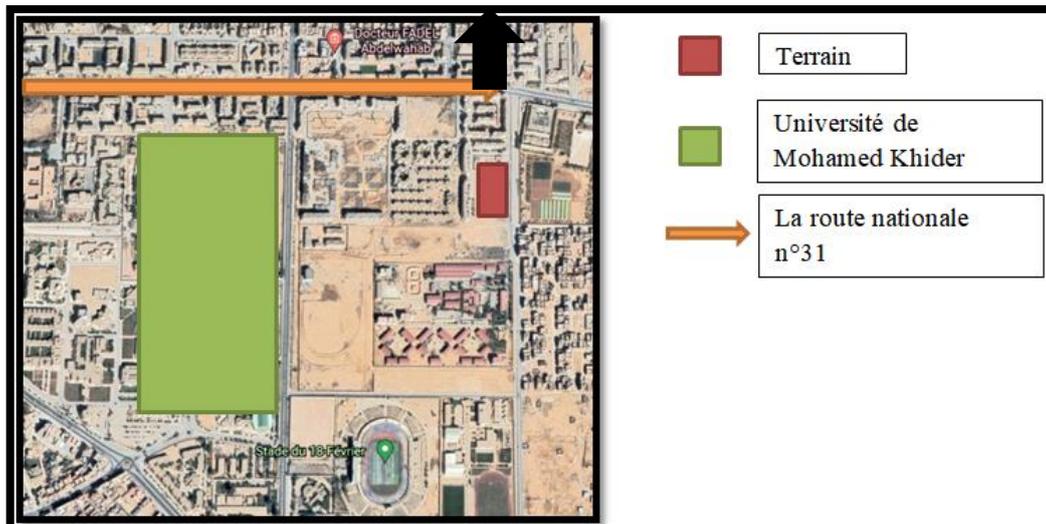


Figure 28 : Image satellite de la wilaya de Biskra. (Source : www.googleearth.com)

6.2.2. Limites de terrain :

Le terrain est situé dans une zone urbaine et éducative qui l'entoure d'habitat collectif, école primaire et université, caserne, stade du 18 février.

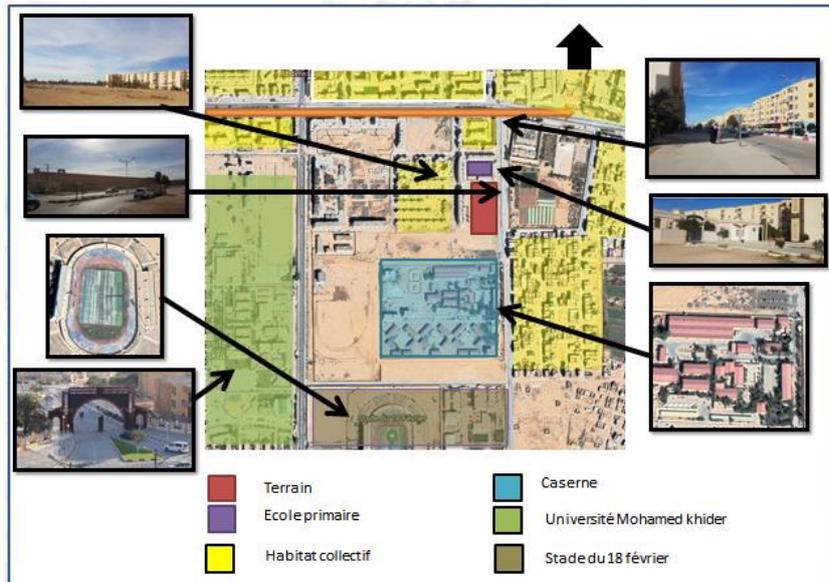


Figure 29 : Image satellite de la wilaya de Biskra, représente les limites de terrain.
(Source : www.googleearth.com).

6.2.3. Accessibilité du terrain :

Le terrain est caractérisé par une voie mécanique principale et trois voies mécaniques secondaires. Un fort flux mécanique et ainsi que le flux piétonnier.

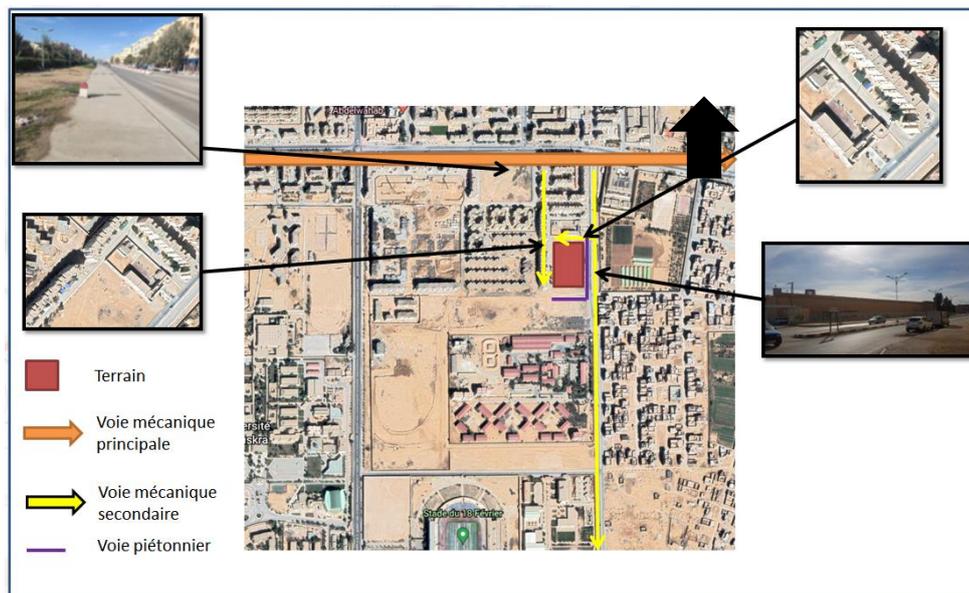


Figure 30 : Image satellite de la wilaya de Biskra, représente l'accessibilité de terrain.
(Source : www.googleearth.com , Auteur).

6.2.4. La morphologie de terrain :

La forme de terrain de terrain est une forme régulière, un rectangle, d'une superficie : 14,712.800m². La pente de terrain est relativement faible et ne dépasse pas 5%.

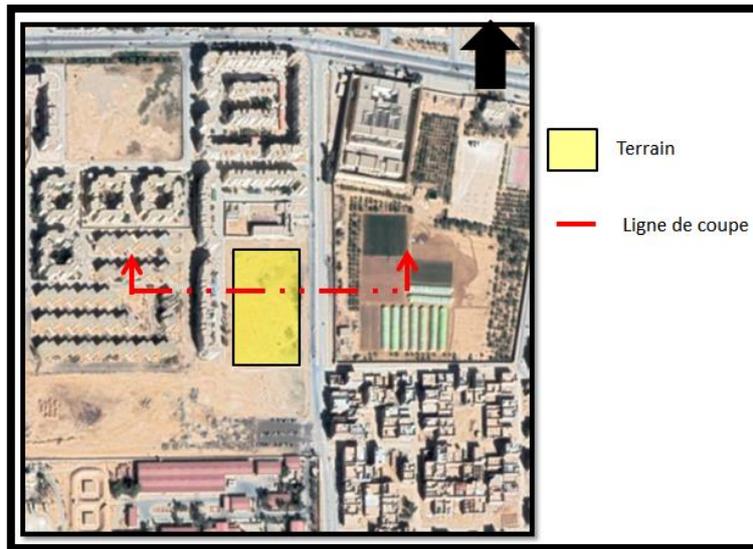


Figure 31 : Image satellite de la wilaya de Biskra. (Source : Source : www.googleearth.com).

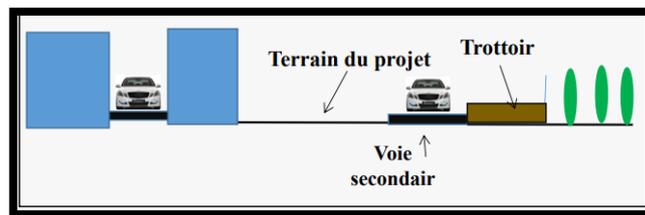


Figure 32 : Coupe schématiser montre la forme du terrain.(Source : Auteur).

6.2.5. Etude d'ensoleillement et des vents :

D'après les données de l'application de Sun Earth Tools, En été, le mois de juin, le soleil se lève à 05 :22 :58 et le soleil se couche a 19 :52 :12 avec une élévation max 77.48° a 13 :00 :00.

En période d'hiver, le soleil se lève à 07:44 :07 et le soleil se couche à 17 :49 :05 avec une élévation max 34.03° à 13 :00 :00.

Le terrain est exposé aux rayons du soleil toute l'année, l'orientation ouest du terrain est protégée des rayons du soleil grâce à la présence de bâtiments (après-midi).

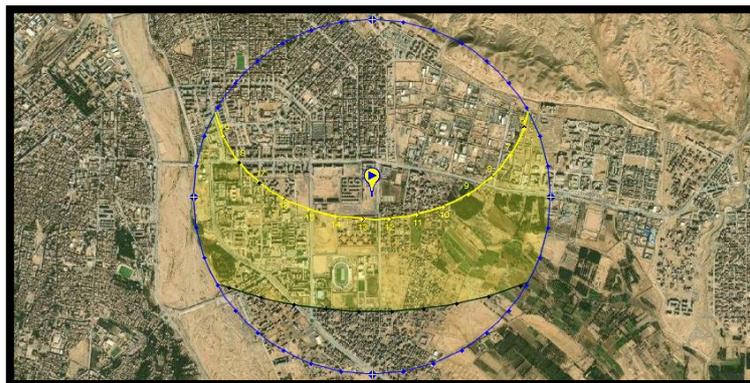


Figure 33: Image satellite du terrain de projet, représente les données de la position du soleil dans le ciel en mois de juin sur le terrain. (Source : www.sunearthtools.com).

Date:	15/06/2021 GMT0	
coordonnées:	34.8492455, 5.7571799	
localisation:	34.84924550, 5.75717990	
heure	Elevation	Azimet
05:22:58	-0.833°	60.5°
6:00:00	5.94°	65.64°
7:00:00	17.46°	73.34°
8:00:00	29.45°	80.75°
9:00:00	41.69°	88.52°
10:00:00	53.97°	97.88°
11:00:00	65.87°	111.98°
12:00:00	75.87°	142.15°
13:00:00	77.48°	204.48°
14:00:00	68.69°	242.8°
15:00:00	57.03°	259.24°
16:00:00	44.79°	269.36°
17:00:00	32.52°	277.38°
18:00:00	20.45°	284.8°
19:00:00	8.79°	292.38°
19:52:12	-0.833°	299.53°

Tableau 02 : tableau montre l'élévation et l'azimet du soleil sur le terrain en mois de juin. (Source : www.sunearthtools.com)

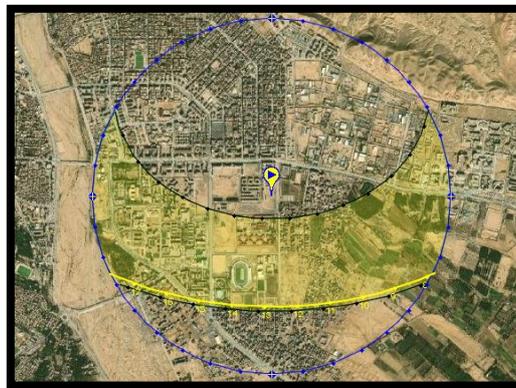


Figure 34: Image satellite du terrain de projet, représente les données de la position du soleil dans le ciel en mois de janvier sur le terrain. (Source : www.sunearthtools.com).

Date:	15/01/2021 GMT0	
coordonnées:	34.8492455, 5.7571799	
localisation:	34.84924550, 5.75717990	
heure	Elevation	Azimet
07:44:07	-0.833°	115.33°
8:00:00	2.08°	117.62°
9:00:00	12.49°	127.06°
10:00:00	21.56°	138.21°
11:00:00	28.66°	151.54°
12:00:00	33.04°	167.04°
13:00:00	34.03°	183.8°
14:00:00	31.47°	200.18°
15:00:00	25.78°	214.77°
16:00:00	17.71°	227.09°
17:00:00	7.98°	237.42°
17:49:05	-0.833°	244.76°

Tableau 03 : tableau montre l'élévation et l'azimet du soleil sur le terrain en mois de janvier. (Source : www.sunearthtools.com).

Le terrain est exposée au vent Sud-Est (le vent chaud) est perceptible, du fait qu'il n'est pas protégé contre les vents (terrain vague sans aucun écran aux alentours). Les bâtiments au nord est un obstacle pour le vent froid.

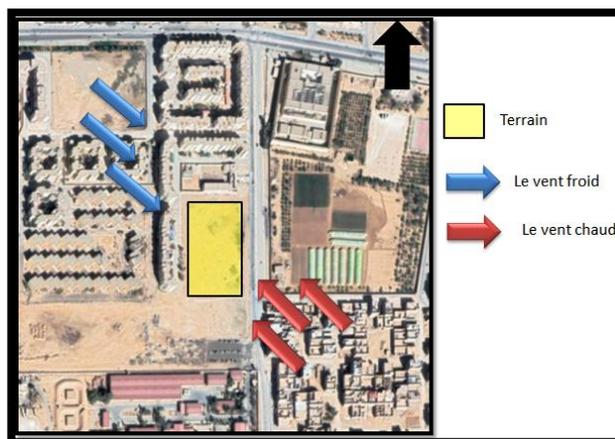


Figure 35 : Image satellite du terrain, représente les vents chauds et les vents froids.
(Source : www.sunearthtools.com).

7- Synthèse d'analyse de site :

D'après l'analyse de site et l'analyse de terrain, on extrait les potentiels de ces derniers, pour une bonne conception de projet :

- les habitants de la nouvelle ville (zone el Allia) ont besoins d'un équipement culturel éducatif de type institut de musique. Cette dernière, pourra jouer un rôle important pour dynamiser la ville de Biskra (la zone haute).
- le terrain se situe dans tissu urbain éducatif, à proximité, école primaire, université, des habitats collectifs, qui vas offrir les étudiants et les élèves un moyen d'exprimer la créativité et de développer les compétences des étudiants qui aime la musique.
- le terrain se caractérise par sa fluidité mécanique. Il est facilement accessible par types de transport (transport public: bus, taxis, privé: voitures personnelles). Ainsi que il est bien accessible de tous les côtés pour les piétonniers et les véhicule
- Le terrain est exposé aux rayons du soleil toute l'année, l'orientation ouest du terrain est protégée des rayons du soleil grâce à la présence de bâtiments (après-midi).
- le climat aride tel que la ville de Biskra, la végétation et les jeux d'eaux son nécessaire pour rendre la fraîcheur et la création d'une atmosphère humide est important.
- l'utilisation de la façade intelligente est obligatoire pour un confort visuel a l'intérieur des espace qui s'oriente vers le sud-est et sud-ouest.

8- Programmation :

8.1. Programme quantitatif d'institut régional de musique de Biskra :

وحدة /المساحة 2م	العدد	الطابق الأول
72/24	03	قاعات الدراسة العامة
16	01	الاستوديو
16	01	قاعة الاستماع الفردية

وحدة المساحة/ 2م	العدد	الطابق الأرضي
72/24	03	قاعات الدراسة الخاصة
36	01	قاعة الدراسة الخاصة
200	01	قاعة الحفلات
92	01	المكتبة
70	01	المكازن
		الإدارة
27/09	03	مكاتب
15	01	قاعة اجتماعات
32	01	قاعة الأساتذة
68	01	قاعة الأوركسترا
60	01	قاعة الإعلام الآلي
42	01	مخزن

Surface Bâtie : 818,00 M²
Surface Totale du Projet : 1700,00 M²

Tableau 04 : Programme quantitatif d'institut régional de musique de Biskra. Source : Direction de la culture.

8.2. Programme quantitatif d'école de musique Elancourt

Espace	Nombre	Surface m ²
Sas	01	10
Accueil/ foyer	01	60
Grande salle orchestre	01	100
Studio chant	01	30
Studio percussion	02	38 / 18
Studio MAO	01	15
Studio général	02	15
Eveil musical	01	30
Salle de cour musicale	03	30
Salle petite ensemble	03	20
Locaux technique	01	20
tisanerie	01	10
Bureaux	03	15
Surface Bâtie	600,00 m ²	

8.3. Programme quantitatif d'école de musique Claude Debussy

Espace	Nombre	Surface m ²
Sas	01	10

Accueil	01	60
Auditorium	01	400
Salle d'exposition	01	50
Salle de classe collectif	16	60 / 40/ 70/ 25/ 30/ 50
Salle individuel	06	10/ 12
Salle de chant	01	95
Studio	05	15/ 12
Espace de repos	01	20
Salle de danse	01	130
vestiaire	01	100
Archive	01	20
Locaux technique	01	100
Bureaux	04	15
Surface totale :	1855,00 m ²	

Tableau 05 : Programme quantitatif d'école de musique Claude. Source : Auteur.

8.4. Programme quantitatif d'école de musique Ventspils		
Espace	Nombre	Surface m²
Hall d'accueil	01	140
Réception	01	26
Espace d'exposition	01	195
Salle de classe collec	15	25/ 30/ 15/ 60/ 40/ 20
Salle de classe Indi	16	10 / 15
Black Box	01	200
Salle de concert	01	500
Cafeteria	01	95
Bar green room	01	135
Salle des professeurs	01	20
Bibliothèque	01	100
Bureau	05	15
Poste de travail	01	35
Locaux technique	01	195
Surface totale :	2677,00 m ²	

Tableau 06 : Programme quantitatif d'école de musique Ventspils. Source : Auteur.

8.5. Programme officiel :

DESIGNATIONS	SURFACE m ²
- Accueil / Hall	136
- Culture musicale Le département culture musicale occupe une surface de 4 salles de formation peuvent accueillir chacune 22 personnes et une salle d'écriture d'une capacité de 17 personnes.	220
- L'espace bibliothèque et documentation Il comprend une salle de consultation pouvant accueillir 12 personnes, une salle de stockage et le bureau du bibliothécaire	125
- Enseignement instrumental - musique électro acoustique comprend une salle de pratique collective et une salle polyvalente pouvant accueillir chacune 22 personnes, un studio composition et un studio arts sonores pouvant accueillir respectivement 22 personnes ainsi qu'un studio de travail et un studio de réalisation, prévus chacun pour 4 personnes.	170
- Secteur chorégraphique se compose de 2 studios pouvant accueillir respectivement 23 personnes, d'une salle de formation musicale danse prévue pour 17 personnes et de 2 vestiaires destinés aux élèves et aux enseignants.	335
- Enseignement instrumental - chant le département enseignement instrumental chant se compose d'une salle de cours et audition pouvant accueillir 44 personnes, d'une salle d'étude et d'un studio de travail.	110
- Enseignement instrumental - musique traditionnelle avec 3 salles de cours pouvant accueillir chacune 7 personnes, une salle pratique d'ensemble prévue pour 33 personnes et un studio de travail.	114
- Direction administration comprend les bureaux du directeur, du directeur adjoint, du responsable administratif, du rédacteur communication, le bureau des agents administratifs et une salle de réunion. La salle des professeurs est à proximité.	100
- Enseignement instrumental - cordes Ce département est composé de 4 salles violons - alto pouvant accueillir chacune 6 personnes, d'une salle violoncelle (7 personnes),	250

de 2 salles guitares (6 personnes chacune) et de 3 studios de travail (3 personnes).	
<p>- Enseignement instrumental - claviers</p> <p>comprend, sur 360m2, 5 salles de cours pouvant accueillir respectivement 6 personnes, une salle pratique d'ensemble d'une capacité de 55 personnes faisant face aux salles de cours et 3 studios de travail pouvant accueillir chacun 2 personnes.</p>	245
<p>- Enseignement instrumental - bois</p> <p>L'enseignement bois comprend 6 salles de cours pouvant accueillir chacune 6 personnes et 3 studios de travail d'une capacité de 3 personnes chacun.</p>	135
<p>- Enseignement instrumental – cuivre</p> <p>le département des cuivres comprend 3 salles de cours pouvant accueillir chacune 6 personnes, une salle pratique d'ensemble prévue pour 44 personnes, un local destiné au rangement et 2 studios de travail pouvant accueillir chacun 3 personnes.</p>	190
<p>- Enseignement instrumental – jazz</p> <p>Le département enseignement instrumental jazz est composé d'une salle pratique d'ensemble pouvant accueillir 22 personnes, d'un studio de travail et d'un studio batterie</p>	90
<p>- Enseignement instrumental - percussions</p> <p>Trois salles sont consacrées au département d'enseignement instrumental percussion: une salle de cours d'une capacité de 17 personnes et deux studios de travail.</p>	130
<p>- Auditorium 350 places</p> <ul style="list-style-type: none"> * Scène et fosse orchestre * Foyer des artistes * Plateau orchestre * Locaux communs * Locaux techniques scéniques * Locaux techniques électricité, chauffage et traitement d'air 	850
TOTAL	3200

Tableau 07 : Programme quantitatif officiel. Source : La direction de la culture.

8.6. Programme proposé :

Fonctions	Activités	Espace d'activités	Nombre d'espace	Surface m ²	Capacité usg
Hall / Accueil		Hall d'accueil		136	/
Enseignement	Enseignement de la culture musicale	Salle de formation	02	50	22
	Chant	Salle de cour	01	60	44
		Salle d'étude individuelle	01	20	
	Musique traditionnelle	Salle de cour	02	20	07
		Salle de pratique	01	40	33
		Studio	01	15	
	Corde	Salle violoncelle	02	30	07
		Salle violon-alto	01	25	06
		Salle de guitare	02	30	06
Studio		01	20	03	
Clavier	Salle de cour	02	25	06	
	Salle de pratique	01	70	55	
	Studio	01	15	02	
Bois	Salle de cour	03	20	06	
	Studio	01	15	03	
Cuivre	Salle de cour	02	25	06	
	Salle de pratique	01	60	44	
	Studio	01	15	03	
Jazz	Salle de pratique	01	50	22	
	Studio	01	20		
Percussion	Salle de cour	01	40	17	
	Studio	01	20		
Lecture / Recherche	Lecture	Salle de lecture	01	90	/
		S. informatique	01	60	
Audition		Auditorium	01	350	200
		Green room	01	20	
		Vestiaire	02	20	
		Salle de musique instrumentale	01	15	
		Black Box	01	100	
Loisir		Cafétéria	01	60	/
		Stock	01	12	

Administration	bureau secrétaire	01	12	/
	bureau directeur	01	15	
	bureau responsable administratif	01	12	
	Bureau des agents administratifs	01	20	
	Salle des professeurs	01	30	
	salle de réunion	01		
Stockage	Dépôt général	01	100	/
	Locaux technique	01	100	
	Archive	01	12	
Sanitaire		04	16	/
Taux de circulation	15%			
Surface totale du projet	2445,00 m²			
Parking	30 places			
Capacité totale :	360 élèves + Auditorium 250 places			

Tableau 08 : Programme quantitatif proposé. Source : Auteur.

Conclusion :

L'étude de cette partie nous a permis de tirer multiples conclusions, notamment de mieux comprendre la fonction et les types de façade intelligente qu'ils ont adaptés sur les façades d'établissements d'enseignement de musique analysées, ainsi, la qualité d'ambiance lumineuse dans les salles de formation musicale pour le mieux maîtriser en terme de fonctionnement, en qualité du confort visuel. D'après l'analyse de site de Biskra l'enveloppe de la façade intelligente est une recommandation nécessaire pour la conception architecturale dans les climats aride comme celui de Biskra.

CHAPITRE 03
ETUDE PRATIQUE

Introduction :

à travers aux études et les informations que nous avons obtenu ce qui concerne la lumière naturelle et l'ambiance lumineuse et le confort visuel ainsi que les types et le mécanisme de façade intelligente dans le contrôle d'ambiance lumineuse a l'intérieur les salles de formation musicale et la qualité de l'environnement intérieur des salles de formation de musique pour assurer une ambiance lumineuse homogène, la conception du projet a été faite par ces informations extrait. Dans ce chapitre poste Les intentions et L'idée de conception de projet.

1- Les intentions :

Après avoir étudié, La qualité d'environnement intérieur et la qualité d'ambiance lumineuse dans les salles de classe de musique et nous avons vu les réglementations de conception des salles de formation musicale en Algérie, ainsi que d'après la documentation sur la façade intelligente et son impact sur le confort visuel, les intentions de concevoir l'institut de musique a Biskra sont les suivantes :

- L'orientation des salles de classe musicale vers le Sud-Est, et les salles de lecture vers Le Nord-Est.
- Les salles de classe de musique, elles doivent munies d'un système d'occultation solaire.
- Utilisation de façade intelligente ce type Kinétique, cinétique perforé pour contrôler la l'ambiance lumineuse dans les salles de classe de musique.
- Essayer de créer une ambiance lumineuse homogène a l'intérieur les espaces de formation de musique en évitant l'éblouissement direct et indirect, et atteindre un niveau d'éclairage suffisant de 300 Lux et une teinte agréable, ainsi qu'une uniformité de l'éclairage.
- La qualité d'environnement intérieur des salles de formation de musique, sera améliorée par des matériaux de couleur mate, un plafond de couleur clair et non brillant pour donner une apparence de clarté et pour répartir la lumière naturelle uniformément et d'une façon homogène.
- Les finitions de surface dans les salles de classe musicale devraient être mates et en particulier ; le tableau noir, le plateau de bureau, les carte et les images et les surfaces qui sont face aux étudiants.
- Les murs des salles de classe musicale devraient être de couleur clair et mate.
- Les teintes douce et le revêtement du sol faut pas utiliser de couleur sombre. L'utilisation de bois pour le plancher dans les salles de classe musicale
- Prendre en compte l'aspect de la pollution sonore et environnementale, et ceci en créant des espaces verts et autres espaces aquatiques, et en évite de répartir les salles de classe musicale à proximité de la voie mécanique.
- Une expression musicale et une touche artistique pour identifier le projet et mettre en valeur sa fonction.
- Traiter tous le périmètre du projet avec de la végétation pour créer un micro climat et diminuer les nuisances extérieures.
- Permettant une bonne et facile perméabilité du projet.

2- Les éléments de passage :

2.1. Idée de conception :

La relation entre l'architecture et la musique est une relation d'interdépendance. En partant des relations que « Anthony.C. Antoniades » a dirigées dans son livre « Poétique de l'architecture » et à partir de ce qui a été mentionné par « Christian de Portzamparc » que l'architecture découvre au moment du mouvement des objets au sein du projet en regardant et en visionnement, et en cette période de transition, l'architecture a inclus la musique.

Nous pouvons relier la relation entre l'architecture et la musique à travers les composants de chacun d'eux pour le but de la recherche d'une architecture musicale.

L'architecture	La musique
Un programme	Manuscrit
Conception	Chant
Projet	Section musicale
La production des émotions visuelles, le décor, ambiance lumineuse	Production des émotions auditive
Rythme	Rythme
Homogène, harmonie	Homogène
La proportion	La fréquence
Le vide et le plein	La portée
L'ombre et lumière	Silence et la musique
La texture	La sonnerie

La base de conception de projet est la valeur relative des figures de note, la durée des notes Dont le principe que la durée de temps est toujours le double de celle qui la suit :

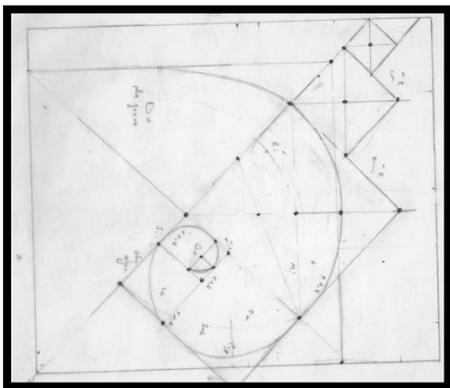
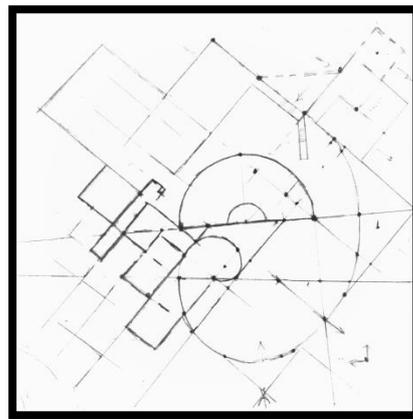
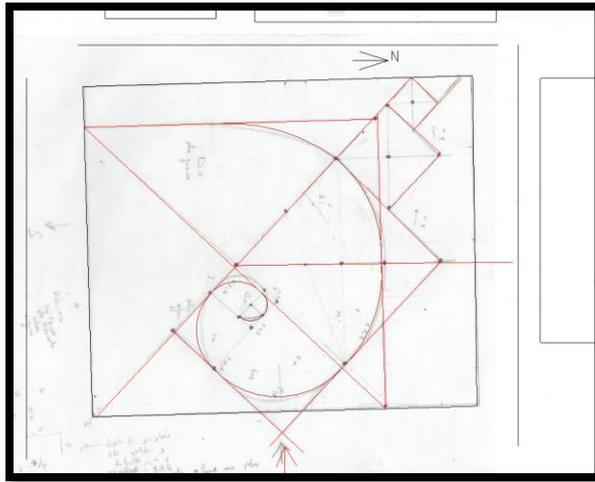
- 1 Ronde = 2 blanches.
- 1 blanche = 2 noires.
- 1 triple croche = 2 quadruple croche.
- 1 noire = 2 croches
- 1 croche = 2 double croche

On basant sur le principe « la valeur de chaque figure de note veut toujours le double de celle qui la suit ».

The image shows a handwritten page with musical notation and a conceptual diagram. At the top left, there is a musical staff with notes and the title 'La sonnerie'. Below it, there are various rhythmic notations and handwritten notes explaining the relationships between note values. A central flowchart titled 'EN Architecture' and 'Valeur' connects 'Architecture' to 'Musique'. The flowchart branches into 'Rythme' and 'Homogène', which further lead to 'Section musicale' and 'La sonnerie'. There are also smaller diagrams and tables of note values and their relative durations.

Handwritten notes include:

- « La valeur relative de chaque figure de note veut toujours le double de celle qui la suit »
- « 1 Ronde = 2 blanches »
- « 1 blanche = 2 noires »
- « 1 triple croche = 2 quadruple croche »
- « 1 noire = 2 croches »
- « 1 croche = 2 double croche »



Conclusion :

D'après la recherche dans les chapitres précédents, et les informations que nous avons obtenue, la conception de projet a été faite par les synthèses de cette recherche, Dans ce chapitre poste les intentions du projet et L'idée conceptuelle de projet.

Conclusion générale :

La lumière de jour est un enjeu majeur dans l'établissement d'enseignement de musique, pour le confort visuel et la qualité d'ambiance lumineuse ainsi que pour les impacts énergétique et environnementaux dont il est responsable.

L'ambiance lumineuse influence sur la performance des musiciens tant pour négativement ou positivement, selon l'ambiance lumineuse à l'intérieur des salles de classe qu'elle soit suffisante ou peu ou pas suffisante, ça dépend à des paramètres de confort et l'agrément, si l'un de ces paramètres est défavorisé, l'ambiance lumineuse sera non homogène dans l'espace qui conduit à l'inconfort, et ce dernier influence sur la santé d'occupant et sa performance. Travailler à optimiser la lumière naturelle dans établissements d'enseignement de musique c'est l'un des éléments les plus importants à considérer.

Le problème de l'effet de serre, engage toute la population mondiale à contribuer dans l'élaboration des solutions qui peuvent optimiser l'état actuel du déséquilibre environnemental. Les ingénieurs d'architecture ont créé une dynamique écologique qui a donné une nouvelle opportunité aux études dans le domaine de durabilité et eco-conception pour réduire le réchauffement climatique.

L'utilisation de la technologie développée dans l'architecture est l'un des solutions sur lesquels les ingénieurs peuvent compter pour lutter contre le réchauffement climatique.

Dans le climat aride et chaud, le système d'occultation solaire et le contrôle des rayonnements solaire est obligatoire. D'après l'analyse de site, on constate que le climat de la ville de Biskra est aride avec un été chaud et sec, ainsi que, durant la période d'été le rayonnement solaire est très intense, pour cela la façade intelligente pour contrôler l'ambiance lumineuse dans les espaces de formation de musique s'impose. Le système de contrôle adaptif est un paramètre très important, à examiner durant la conception d'établissement d'enseignement dans les climats arides.

L'objectif visé à travers ce travail de recherche est d'explorer et assurer la répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans les salles de classe de musique et donner des solutions pour contrôler l'ambiance lumineuse intérieure par l'utilisation des façades intelligente pour une meilleure qualité de confort visuel. A cet effet, un des aspects de notre étude est basée sur l'ambiance lumineuse, et sur un ensemble de mesures des paramètres de confort visuel et les systèmes de contrôle et ce qui concerne la façade intelligente et son impact sur la qualité d'environnement intérieur.

Dans La première partie de la recherche consiste à une étude théorique, pour bien comprendre la physique du rayonnement solaire et la position du soleil dans le ciel, car cette information est indispensable pour utiliser l'influence du Soleil dans le choix de terrain et le choix de type de façade intelligente, ainsi qu'une étude théorique sur la notion d'ambiance lumineuse et ses paramètres, comprenant le confort visuel et l'agrément, et une recherche sur les façades intelligentes et les systèmes de contrôle adaptifs, en analysant quelque exemples des projets qui ont des façades intelligentes.

La deuxième partie de cette démarche, sera consacrée à l'étude analytique des exemples d'instituts de musique avec des façades intelligente et avec des programmes riches, on synthétise l'analyse des exemples par une synthèse. Passant à une analyse de site et de terrain pour obtenir les données climatique de la ville de Biskra et extrait les potentiels de terrain, cela nous aide à bien concevoir le projet et l'orientation d'implanter des occultations solaires intelligentes. On synthétise l'analyse de site par une synthèse. Ensuite nous passons à la programmation, les programmes des exemples, programme officiel, programme proposé. Le dernier chapitre de la recherche, qui se base sur une étude pratique, Les intentions et l'idée conceptuelle de projet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Mémoires et thèses :

- 1- Thèse de mastère, simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques spécifiques, Cas de la ville de Biskra. S. Daich. 2011.
- 2- Mémoire de master académique, IMPACT DE LA FACADE INTELLIGENTE SUR LE CONFORT VISUEL. Présenté par, CHARIF Mohamed Mehdi. LOUCIF Charif. ZAOUI Manel.2018.
- 3- Analyse de l'efficacité lumineuse et énergétique des composantes fenêtres dans la conception du bâtiment : compromis entre confort thermique et confort visuel, Hamza Cherif Yamina. 2012.
- 4- Mémoire présenté à la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université Constantine 3 Dans le cadre du programme de maîtrise en Sciences de l'architecture pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.), Les façades dynamiques; moyen de contrôle solaire pour accroître l'efficacité énergétique des équipements administratifs en climat aride – Biskra, Cherif BENBACHA, 20117.
- 5- Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse. Biskra. 2017, par HAMZA CHERIF Yamina.
- 6- Mémoire de master académique, par, Aicha MESSAHAL, Chahira HEDDOUR, Wissam FENIZALA, LUMIERE ET LE CONFORT VISUEL DANS LES EQUIPEMENTS CULTUREL.2018.
- 7- Mémoire de mastère, Lumière naturelle, confort visuel et éco conception des bibliothèques universitaires. Par BOURENANE Mohammed Ramzi, juin 2017.
- 8- Mémoire magistère, Concevoir un équipement scolaire en adapte les paramètres de l'ambiance lumineuse et d bioclimat, Hachem Sari/ Azize Dehane. Oum el buaghi.
- 9- Façade Adaptative_ Qu'oc Huy TRINH_ Mémoire Master en Architecture_ ENSA Paris Val-de-Seine. Sous la direction de M.BRUNO PERSON, Ecole nationale supérieur d'architecture.2020.

Ouvrages :

- 1- Michel CRISINEL, Glass& Interactive Building Envelopes, IOS Press, 2007, 308 pages, p29.[en ligne] :<http://books.google.dz/> [consulté 18 avril 2018].
- 2- Intelligent Glass Facades by Andrea Compagno,4th edition, 1999, p.7.
- 3- W. C. BROWN et K. RUBERG. «RSB 88 : Facteurs de performance des fenêtres ». Canada.1988 [En ligne] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/rsb.html> (Page consultée le 12 octobre 2004).

- 4- De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: Ambiances lumineuses. Paris. MUDRI, Ljubica. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002, p 1-3.
- 5- MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable : Ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002,p 2-3.
- 6- M.skelly , Essay competition: The individual and the intelligent facade,building research and information , volume 28 , 18 oct 2010,p 67-69 .[en ligne] :<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/096132100369118>. [consulté 22 Mars 2018].
- 7- HANNA MODIN, Thèse Adaptive building envelopes pour obtention de Master en architecture à l'université de Chalmers à Göteborg Suède 2014 p23, [en ligne] : <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/214574/214574.pdf>, [consulté 02 Mai 2018].
- 8- Mémoire de mastère, CONSERVATOIRE DE MUSIQUE A TLEMCCEN, par Mohammed Othman MERZOUK, 2016.

Articles et Revues publiés :

- 1- T.I.C. et développement durable: Les conditions du succès. 2010. De Sylvie Fauchaux, Christelle Hue, Isabelle Nicolai.
- 2- Article par Lycie dans Architecture, Technique de construction sur 6 juillet 2020, L'importance de la lumière naturelle dans l'architecture.
- 3- Article par Salma Chaabouni, Jean-Claude Bignon, Gilles Halin, conception des ambiances lumineuse ; Navigation et raisonnement par l'image pour la formation des intentions. 20 Jun 2013.
- 4- Le développement des notions de culture et d'identité : un itinéraire ambigu, Dans Carrefours de l'éducation. Mis en ligne sur Cairn.info le 01/01/2008, <https://doi.org/10.3917/cdle.014.0002>.
- 5- Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective: cas de la nouvelle ville ali mendjeli, Constantine. 2009, par S. BELLARA LOUAFI et S. ABDU.
- 6- LITTLEFAIR, P.J., "Innovative daylighting: Review of systems and evaluation methods", Lighting Research and Technology 22, 1990. [en ligne]:<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/096032719002200101>, [consulté le 03 avril 2018].

Sites Web :

- 1- Mon année au collège, [en ligne]:(<https://www.monanneeaucollege.com/4.svt.chap12.htm>). [consulté le 02 Avril 2018].

2- Gilles BERTHOME ,[en ligne]: <http://gilles.berthome.free.fr/>,[consulté 02 Avril 2018].

3- Cultural problems of large cities. Paris, December 8-11, 1997. En ligne : (<https://journals.openedition.org>)

Documents techniques :

1- DAVIES, M et al, "A translucent Louvre system: design concepts, modeling work and monitored data", Information, Volume 28, 2000.

2- SHERBINI, K & KROWCZYK, R. conference:"Overview of Intelligent Architecture", la premiere conference internationale, E-Design in Architecture, Dhahran, Saudi Arabia, 2004.[en ligne]:<http://mypages.iit.edu/~krawczyk/ksascad04.pdf>. [consulté le 28 Mars 2018].

3- RITTER, Axel. "Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Architectural Press, Berlin, 2007.p 101.