

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Populaire et Démocratique
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Projet de thèse

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Architecture

Spécialité : Architecture

Option : ARCHITECTURE ECOLOGIQUE ET DURABILITE

Présenté par : Mlle BENDJEDDOU Sana

Intitulé :

LA FAÇADE ADAPTATIVE PASSIVE POUR OPTIMISER LA PERFORMANCE DE L'ECLAIRAGE NATUREL ET DU CONFORT VISUEL DANS LES ESPACES DE BUREAUX. Cas du bâtiment administratif à Mila

Sous la direction de :

Pr. Djamila ROUAG SAFFIDINE

Mai 2020

Table des matières :

• RESUME.....	1
• INTRODUCTION.....	2
• PROBLEMATIQUE.....	3
• HYPOTHESES.....	3
• OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	4
• METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	4
• STRUCTURE DE LA THESE.....	4
• ECHEANCIER.....	5
• BIBLIOGRAPHIE	

Résumé :

De nos jours l'adoption du bâtiment écologique passe par les technologies éco énergétiques et matériaux spécifiques et se préoccupe davantage de l'impact effectif du bâtiment sur le bien être des usagers. Dans cet axe, la Haute Qualité Environnementale (HQE) a été révélée pour orienter vers des solutions qui touchent à l'environnement, le bâtiment et le confort de l'occupant (tel que le confort thermique, acoustique et aussi visuel).

La conception de l'enveloppe du bâtiment est une solution pour répondre efficacement au contrôle de la lumière naturelle et donc à la quantité et qualité de de l'éclairage intérieur quelque soit le type de climat. La façade adaptative passive qui se présente avec des formes flexibles et interactives avec le climat mérite d'être au centre de la recherche actuelle. Par le fait qu'elle soit la première et la ligne défensive principale du bâtiment contre les variations climatiques et environnementales, elle contribue aux commodités de l'utilisateur et l'amélioration des conditions de confort thermique, visuel, acoustique et autres.

En Algérie, le secteur du bâtiment (tertiaire et résidentiel) est estimé être un consommateur d'énergie potentiel. Le développement des technologies passives pour rehausser sa performance environnementale est devenu primordial surtout dans les espaces de bureaux (bâtiments administratifs) où l'optimisation d'un confort intérieur à moindre coût passe inévitablement par des façades minutieusement étudiées (intelligentes, durables, adaptatives passives/actives et autres). Concernant l'éclairage, ceci est doublement critique vu l'interaction de ce paramètre tant sur le confort visuel de l'utilisateur, la surchauffe de l'espace intérieur et sur la consommation irrationnelle d'électricité.

La plupart des bâtiments administratifs contemporains à Mila, sont caractérisés par de grandes façades vitrées n'ayant pas la capacité de gérer correctement la quantité et la qualité de lumière du jour intérieure

Cette situation nous a conduit à poser la question principale suivante:

- La façade adaptative passive peut-elle être une solution pour assurer le confort visuel à moindre coût dans les bureaux administratifs à Mila, ville à climat semi-aride?

Cette recherche vise à tester l'effet effectif de la façade adaptative passive sur le contrôle et la régulation de l'éclairage naturel dans l'environnement d'étude en adoptant la méthodologie résumée comme suit :

- Dresser un état de l'Art sur l'évolution de la façade des bâtiments administratifs (typologies, caractéristiques architecturales, ...etc.) et investiguer leur apport effectif par rapport à l'éclairage naturel intérieur dans les espaces de bureaux. Dans ce même volet il sera aussi examiné les nouvelles technologies possibles notamment les façades

adaptatives passives (leurs historiques, types, caractéristiques... etc.), leur faisabilité dans l'environnement d'étude.

- Analyser le problème dans le contexte d'étude qui en l'occurrence se rapporte aux bâtiments administratifs contemporains à façades vitrées à Mila (ville au nord-est de l'Algérie) caractérisée par un climat semi-aride. Il sera aussi démontré que ce type de conception ne favorise naturel intérieur sans engendrer inconfort visuel et problèmes de surchauffe.
- Adosser la réalité du terrain au référentiel théorique tiré de l'état de l'art.

Mots clés : Façade adaptative passive, optimiser, éclairage naturel, confort visuel, Espaces de bureaux, Mila.

INTRODUCTION :

Au cours des deux dernières décennies le mouvement de bâtiments écologiques a transformé les principes de conception des constructions à travers une adoption plus large de technologies éco énergétiques et de matériaux à caractère essentiellement organiques durables. ¹

Au fur et à mesure que le mouvement se développait, il a acquis une maturité l'incitant à se préoccuper davantage de l'impact effectif du bâtiment sur le bien être (tant physique, physiologique que psychologique) des usagers. Dans cet axe, la Haute Qualité Environnementale (HQE) avec ces quatorze cibles a été révélée pour orienter vers des solutions relatives aux problèmes qui touchent à l'environnement, le bâtiment et le confort de l'occupant (DAICH, 2011) tel que le confort thermique, acoustique et aussi visuel.

Le terme '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 » (MUDRI cité par BOUDOUKHA, 2015).

La concrétisation du confort visuel dans le bâtiment est capitale si on veut optimiser l'efficacité de travail notamment des diverses tâches visuelles. Il est lié aux caractéristiques de lumière et aux différentes dispositions architecturales. (BOUDOUKHA, 2015)

La lumière naturelle, sert non seulement à voir, mais aussi à nous donner une orientation spatiale, une orientation sur l'heure de la journée et la saison. Elle est admise à l'intérieur de l'espace via ce que lui permet le design de l'enveloppe du bâtiment joue un rôle actif dans les caractéristiques environnementales intérieures de l'espace, la performance énergétique et la durabilité (Aelenei et al.,2016).

La conception appropriée de l'enveloppe du bâtiment présente une solution assez importante qui peut répondre efficacement à la régulation et le contrôle du rayonnement

¹ Brandon Tinianov, 2008, *Natural light in workplace design: Cultivating a healthy indoor environment can begin with sound daylighting strategies*. Page web: <https://facilityexecutive.com>. Consultee le 20/02/2020

solaire et donc de la quantité de lumière (BENBACHA, 2017) en prenant en compte le facteur climat.

Ainsi, la façade adaptative passive qui se présente avec des formes flexibles et interactives avec le climat mérite d'être au centre de la recherche actuelle. Par le fait qu'elle soit la première et la ligne défensive principale du bâtiment contre les variations climatiques et environnementales, elle contribue aux commodités de l'utilisateur et l'amélioration des conditions de **confort thermique, visuel, acoustique** et autres.

PROBLEMATIQUE :

En Algérie, le secteur du bâtiment (tertiaire et résidentiel) ²est estimé être un consommateur d'énergie potentiel. Le développement des technologies passives pour rehausser sa performance environnementale est devenu primordial surtout dans les espaces de bureaux (bâtiments administratifs) où l'optimisation d'un confort intérieur à moindre coût passe inévitablement par des types de façades minutieusement étudiées (façades intelligentes, durables, adaptatives passives/actives et autres).

Dans le domaine de l'éclairage ceci est doublement critique vu l'interaction de ce paramètre tant sur le confort visuel de l'utilisateur, sur la surchauffe de l'espace intérieur que sur la consommation irrationnelle d'électricité.

La plupart des bâtiments administratifs contemporains dans la ville de Mila qui se caractérise par un climat semi-aride avec l'ensoleillement plus ou moins important, ne sont pas conçus pour maximiser le **bien-être** des employés. Ils sont caractérisés de grandes façades en verre en vue de l'esthétique n'ayant pas la capacité de gérer correctement la quantité de lumière du jour pénétrant dans l'espace de travail, ce qui contribue à un certain nombre de gênes visuelles tel que l'éblouissement...etc.

Cette situation nous a conduit à poser les questions principales suivantes:

- **Quel est l'impact effectif des façades des bâtiments administratifs actuelles (récents) sur la qualité des ambiances lumineuses dans les espaces de bureaux?**
- **Quel est le degré d'efficacité dans la performance de l'éclairage naturel induit par l'architecture des façades vitrées (rideaux) de bâtiments administratifs de plus en plus en 'vogue' ?**
- **La façade adaptative passive peut-elle être une solution pour assurer le confort visuel à moindre coût dans les bureaux administratifs à Mila, ville à climat semi-aride?**

HYPOTHESES :

Hypothèse 1:

² Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie, Consommation Énergétique Finale de l'Algérie, Chiffres clés: année 2015.

Les effets négatifs de la lumière naturelle dans les bâtiments administratifs à Mila peuvent être traités avec des dispositifs passifs pouvant assurer un équilibre dans la relation intérieur/extérieur, optimiser l'efficacité et la qualité de la performance de l'éclairage naturel intérieur et ainsi procurer des conditions de confort visuel durables.

Hypothèse 2:

La précision dans l'étude de la taille des ouvertures et l'orientation du bâtiment est essentielle dans le contrôle de la qualité et la quantité de la lumière naturelle admise dans l'espace de bureaux et permet de rationaliser le recours non justifié à l'énergie électrique.

3

OBJECTIFS :

- Connaître les caractéristiques des différents types façades de bâtiments administratifs dans la ville de Mila
- Définir la performance d'éclairage naturel et identifier les facteurs de gênes visuelles pour l'usager dans les bureaux à façade vitrée.
- Cerner le comportement des usagers des bâtiments vis-à-vis l'environnement lumineux de leurs bureaux
- Examiner les solutions conceptuelles possibles pour optimiser l'éclairage naturel intérieur à moindre coût.
- Examiner le type de façade adaptative passive à capacités optimales de contrôle et de régulation de la lumière naturelle dans les espaces du bureau à façade vitrée dans le site d'étude soit sous un climat semi-aride et considérer simultanément le degré de satisfaction des occupants.

METHODOLOGIE :

- Afin d'atteindre les objectifs visés et vérifier les hypothèses posées, notre méthodologie sert à :
- Dresser un état de l'Art sur l'évolution de la façade des bâtiments administratifs (typologies, caractéristiques architecturales, ...etc.) et investiguer leur apport effectif par rapport à l'éclairage naturel intérieur dans les espaces de bureaux. Dans ce même volet il sera aussi examiné les nouvelles technologies possibles notamment les façades adaptatives passives (leurs historiques, types, caractéristiques... etc.), leur faisabilité dans l'environnement d'étude et leurs conséquences sur le confort visuel et aussi la durabilité de l'éclairage naturel dans les lieux concernés.
 - Analyser le problème dans le contexte d'étude qui en l'occurrence se rapporte aux bâtiments administratifs contemporains à façades vitrées à Mila (ville au nord-est de l'Algérie) caractérisée par un climat semi-aride. Il sera aussi démontré que ce type de façades dans sa conception actuelle est dans l'incapacité de permettre un éclairage naturel intérieur sans engendrer de l'inconfort visuel et des problèmes de surchauffe.
 - Adosser la réalité du terrain au référentiel théorique tiré de l'état de l'art.

STRUCTURE DE LA THESE :

Afin d'aboutir aux objectifs escomptés, cette recherche sera scindée en deux parties l'une est théorique comportant quatre chapitres, l'autre est expérimentale comportant deux chapitres qui seront consacrés aux aspects méthodologiques, pratiques et analytiques.

- **Un chapitre introductif** : consacré à l'introduction générale qui synthétise le champ de l'étude, présente la formulation de la problématique et les hypothèses de la recherche. Il définit le contexte et les objectifs de la recherche puis il décrit l'analyse conceptuelle, explique la méthodologie utilisée et enfin il expose la structure de la thèse.

- **Le premier chapitre** : une revue de la littérature sur l'éclairage naturel et le confort visuel dans les bureaux et plus précisément l'apport des nouvelles approches architecturales dans la conception des façades sous différents climats, concernant le climat semi-aride, la performance de la façade adaptative passive est prospectée pour les avantages qu'elle pourrait offrir à l'environnement d'étude.

- **Le deuxième chapitre** : abordera l'éclairage naturel et le confort visuel en évoquant l'effet de la lumière naturelle sur la performance de l'utilisateur d'un espace de bureau. Il sera aussi important d'identifier les différents systèmes récents d'éclairage avec leur impact sur la quantité et la qualité des ambiances lumineuses intérieures surtout sous un climat semi-aride.

- **Le troisième chapitre** : abordera un aperçu sur les espaces de bureaux ainsi que la question de l'effet du confort visuel sur les employés en matière de productivité.

- **Le quatrième chapitre** : Présentera l'état de l'art sur le sujet traité, notamment le potentiel des façades adaptatives passives dans le domaine de l'éclairage naturel durable. Il dévoilera le positionnement épistémologique de cette recherche par rapport au champ des recherches existantes.

- **Le cinquième chapitre** : définira les méthodes d'approches adoptées dans des travaux similaires à notre contexte d'étude. Ensuite une présentation du corpus analysé sera accompagnée par le protocole empirique.

Le sixième chapitre : sera consacré aux interprétations des résultats et validation par simulation/modélisation numérique.

Une conclusion générale résumera toutes les étapes et les résultats de la recherche ainsi que des recommandations.

CALENDRIER / ECHEANCIER :

Afin de mieux organiser notre travail de recherche pendant la durée définie pour une thèse de doctorat LMD qui est 3 ans, on s'inspire du **calendrier type** de **Michel Beaud**, dans son livre « **l'art de la thèse** »³, en l'adoptant à notre thème de recherche. Ce calendrier comprend les différentes étapes d'une thèse avec une période de temps nécessaire pour leur production.

Considérant dans 36 mois (3 ans) un mois de repos par an, la période qui reste sera de 33 mois, cette dernière décomptabilise la période de rédaction qui est de 9 mois et les périodes incompressibles (l'étape de démarrage, la rédaction primitive, version définitive et préparation de soutenance).

³ **BEAUD, M.**2006. *L'art de la thèse : comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire à l'ère du Net.* P42-44.

Notre travail de recherche va suivre le calendrier suivant :

- 1- Période de démarrage (choix du sujet et Dégrossissage) 2 à 3.5 mois
- 2- Travail de recherche.....15 mois
 - 2.1- Etat de l'art
 - 2.2- Problématique provisoire (1)
 - 2.3- investigation sur terrain
- 3- Problématique 2/Plan de rédaction/ travaux complémentaires (articles.)....3mois
- 4- Rédaction.....9 mois
 - 4.1- Rédaction primitive
 - 4.2- Rédaction définitive
- 5- Préparation de soutenance / Soutenance2 à 3.5 mois

5

BIBLIOGRAPHIE :

THESES ET MEMOIRES DE MAGISTER :

BENBACHA Cherif.2017. « *Les façades dynamiques; moyen de contrôle solaire pour accroître l'efficacité énergétique des équipements administratifs en climat aride* » – Biskra [En ligne]. Mémoire de Magister, Constantine : Université Constantine 3, 153 P. Disponible sur : <https://www.researchgate.net/publication/322404246>.

BOUDOUKHA, Ayoub. 2015. « *Analyse de la Symbiose environnement lumineux et qualité architecturale dans le secteur résidentiel. Cas de la cité des 426 lots El Eulma, Sétif* ».[En ligne]. Mémoire de magistère. Architecture, Formes, Ambiances et développement durable. Biskra : Université Mohamed KHIDER de Biskra, 127p.Disponible sur :<http://thesis.univ-biskra.dz/1476/1/Archi_m3_2015.pdf>

DAICH, Safa.2011 « *Simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques spécifiques, Cas de la ville de Biskra* » ».[En ligne]. Mémoire de magistère. Architecture, Formes, Ambiances et développement durable. Biskra : Université Mohamed KHIDER de Biskra, 227p. disponible sur : <<http://thesis.univ-biskra.dz/1126/>> .

KHADRAOUI Mohamed Amine. 2019. « *Etude et optimisation de la façade pour un confort thermique et une efficacité énergétique (cas des bâtiments tertiaires dans un climat chaud et aride)* ». [En ligne]. Thèse de Doctorat, Biskra : Université Khider Mohamed de Biskra,309P.Disponible sur :<<http://thesis.univ-biskra.dz/4017/1/Th%C3%A8se%20Khadraoui%20Mohamed%20Amine%202019.pdf>>

SEKSAF Mouniette ennoufous. 2006. « *impact de la conception des fenêtres en milieu aride sur la perception et le comportement des usagers des espaces de bureau vis-à-vis de l'éclairage : étude exploratoire cas de la ville de Biskra* ». [En ligne]. Mémoire de Magister, Biskra : Université Khider Mohamed de Biskra, 157 P. Disponible sur : <http://thesis.univ-biskra.dz/2402>

ARTICLES :

GONZÁLEZ, A., RIORITO ., F. 2015.*Daylight Design of Office Buildings: Optimisation of External Solar Shadings by Using Combined Simulation Methods.* Buildings, 5,560-580.

BELAKEHAL, A. et TABET AOUL, K. Juin 2003. « *L'éclairage naturel dans le bâtiment, référence aux milieux arides à climat chaud et sec* ». Courrier du Savoir, n°04, Biskra : Université Mohamed Khider, 10P. Disponible sur : <<http://www.webreview.dz/IMG/pdf/1-Belakehal.pdf>>

Aelenei ,D., Aelenei, L., Vieira, C.P.(2016).Adaptive Façade : concept, applications, research questions. *Energy Procedia*, 91, 269-275.

Ahmed , M.M.S., Abdel-Rahman, A.k., A.H.H. (2015). Development of intelligent façade based on outdoor environment and indoor thermal comfort. *Procedia Technology*, 19, 742-749.

COUVELAS,A., PHOCAS. M.C., MADEN .F., MATHEOU. M.(2018). Olmez. “*Daylight performance of an adaptive façade shading system integrated on a multi-storey office building*”. CONFERENCE ON ADVANCED BUILDING SKINS 2018.

PIJUSH Kanti Dutta Pramanik, BULBUL Mukherjee, SAURABH Pal, TANMOY Pal, Simar Preet Singh, Green Smart Building: Requisites, Architecture, Challenges, and Use Cases p2.

PAGES WEB:

<https://facilityexecutive.com/>

LIVRES:

BEAUD, M.2006. *L'art de la thèse : comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire à l'ère du Net.5 ème Edition.* Éditions La Découverte, Paris. ISBN 2-7071-4794-X.195 P.