

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE CONSTANTINE 3 -SALAH BOUBNIDER-



FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

N° d'ordre :...

Série :... ..

Mémoire de Master

Filière : Architecture -Spécialité :Architecture, Environnement et Technologie

L'efficacité énergétique par la façade intelligente en climat aride

Dirigé par :

Dr. Nassira BENHASSINE

Maître de conférences-classe A-

Présenté par :

Raid Seyf Eddine BERRA

Jury d'examen:

Présidente: Mme. Esma RAMOUL

Examinatrice : Pr. Yasmina BOUCHAHM

Rapporteur(e) : Dr. Nassira BENHASSINE

MAA Université Constantine 3

Prof. Université Constantine 3

MCA, Université Constantine 3

Année universitaire 2020/2021

Session : juin

Résumé

Les bâtiments doivent être conçus pour se protéger du climat. Cependant, la variété du climat exige différentes réponses architecturales afin d'assurer le confort en assurant une efficacité énergétique. L'amélioration de la performance thermique des bâtiments à travers la façade tout en minimisant la consommation énergétique, est un défi pour les concepteurs. Si la façade ne répondre aux exigences fonctionnelles par elle-même ; des dispositifs supplémentaires y sont ajoutés pour atteindre l'objectif du confort recherché.

Cette recherche porte sur l'adaptation des façades à leur contexte environnemental. travers l'intégration des dispositifs cinétiques comme système technologique intelligent, la performance thermique des façades est optimisée. Ce système qui joint l'esthétique à l'intelligence artificielle par le mouvement pour l'optimisation énergétique. Les systèmes avancés du CAO intègrent des outils de calcul, tels que les systèmes de conception paramétriques permettant de concevoir des bâtiments avec des enveloppes adaptatives aux changements de l'environnement extérieur. Cette recherche traite aussi du logiciel de conception paramétrique Grasshopper et ses différents plugins. Les résultats des obtenus par les simulations définissent des solutions résidant dans le mouvement de la façade adaptative à son environnement.

Mots clés : performance thermique ; optimisation énergétique, façades adaptative cinétique ; Grasshopper ; climat aride.

Abstract

Buildings must be designed to protect themselves from the climate. However, the variety of climate requires different architectural responses to ensure comfort while ensuring energy efficiency. Improving the thermal performance of buildings through the façade while minimizing energy consumption, is a challenge for designers. If the façade does not meet the functional requirements by itself, additional devices are added to achieve the desired comfort objective.

This research focuses on the adaptation of facades to their environmental context. Through the integration of kinetic devices as an intelligent technological system, the thermal performance of facades is optimized. This system joins aesthetics to artificial intelligence through movement for energy optimization. Advanced CAD systems integrate computational tools, such as parametric design systems to design buildings with envelopes that are adaptive to changes in the external environment. This research also deals with the parametric design software Grasshopper and its different plugins. The results of the simulations define solutions residing in the movement of the adaptive façade to its environment.

Keywords: Thermal performance; energy optimization, kinetic adaptive facades; Grasshopper; arid climate.

المخلص

يجب تصميم المباني لحماية نفسها من المناخ. ومع ذلك، فإن تنوع المناخ يتطلب استجابات معمارية مختلفة من أجل ضمان الراحة مع ضمان كفاءة الطاقة. يعد تحسين الأداء الحراري للمباني من خلال الواجهة مع تقليل استهلاك الطاقة تحديًا للمصممين. إذا كانت الواجهة لا تفي بالمتطلبات الوظيفية في حد ذاتها؛ يتم إضافة أجهزة إضافية لتحقيق هدف الراحة المنشود.

يركز هذا البحث على تكييف الواجهات مع سياقها البيئي. من خلال دمج الأجهزة الحركية كنظام تكنولوجي ذكي، يتم تحسين الأداء الحراري للواجهات. هذا النظام الذي يجمع بين الجماليات والذكاء الاصطناعي من المتقدمة أدوات حسابية، مثل أنظمة التصميم البارامترية CAD خلال الحركة لتحسين الطاقة. تدمج أنظمة لتصميم المباني بأظرف تتكيف مع التغيرات في البيئة الخارجية. يتعامل هذا البحث أيضًا مع برنامج تصميم البارامتر ومكوناته المختلفة. النتائج التي تم الحصول عليها عن طريق المحاكاة تحدد Grasshopper الحلول الموجودة في حركة الواجهة المنكيفة مع بيئتها.

الكلمات المفتاحية: الأداء الحراري. تحسين الطاقة، واجهات تكييفية حركية؛ المناخ القابل.

Grasshopper

Sommaire

Remerciements.....	
Dédicaces	
Résumé.....	
Abstract	
Introduction Générale	1
Problématique	2
Hypothèse	3
Objectifs de recherche.....	4
Méthodologie et outils de recherche	4
Chapitre I : La façade cinétique au service du commerce	5
Introduction.....	5
1.1 le commerce	6
1.1.1 Origine et rôle du commerce.....	6
1.1.2 Evolution du commerce	7
1.1.3 Typologies des espaces commerciaux	9
1.2 Qu'entendons-nous par centre commercial bioclimatique ?	11
2. Les façades adaptatives.....	12
2.1 Les caractéristiques des façades adaptatives	13
2.1.1 Classification des façades adaptatives	14
2.2 Les façades cinétiques.....	17
2.2.1 Les types des mouvements d'un composant cinétique	18
a) Contrôle interne	21
b) Contrôle direct	21
c) Contrôle indirect	21
d) Contrôle indirect réactif	21
e) Contrôle indirect omnipresent.....	21
f) Contrôle indirect heuristique et réactif	21
2.2.2 Mécanisme de fonctionnement d'une façade cinétique	22
Conclusion	23
Chapitre II : L'analyse contextuelle et l'analyse des exemples	24

Introduction.....	22
1.1 Présentation de la wilaya de M'sila.....	22
1.2 L'analyse climatique de la vile de Msila.....	23
1.2.1 La température	23
1.2.2 Rayonnement mensuel	23
1.2.3 Précipitations.....	24
1.2.4 Trajectoire du soleil	24
1.2.5 Durée d'ensoleillement.....	25
1.2.6 Humidité relative	25
1.2.7 Le vent	26
1.3 Analyse bioclimatique de la ville de M'sila.....	27
2 Analyse des exemples.....	29
2.1 Al-bahr towers.....	29
2.2 Kiefertechnicshowroom	31
2.3 Koldingcampusbuiding.....	33
Conclusion	36
Chapitre III : La performance thermique et l'efficacité Energétique des façades cinétiques — l'état de l'art-.....	37
Introduction.....	36
1 Effet des façades dynamiques sur la performance énergétique	37
2 La performance thermique des façades dynamiques	45
3 La façade dynamique et la production d'énergie.....	48
4 L'impact des façades adaptatives sur le confort visuel.....	51
5 Les façades dynamiques et méthodes de conception.....	52
6 Paramètres de conception des façades cinétiques.....	53
Conclusion	54
Chapitre IV : SIMULATIONS	56
Introduction.....	57
1. Paramétrique du dispositif d'ombrage dynamique	57
1.1 Design du dispositif d'ombrage	57
1.2 La simulation et l'architecture numérique	58
1.3 Présentation du logiciel Grasshopper.....	60

1.4	Traitement des données climatiques	61
1.4.1	Modélisation de la façade cinétique.....	62
1.4.2	Etats des systèmes de protection solaire	63
	Conclusion	67
	Conclusion générale.....	68
	Références bibliographiques.....	71
	Références bibliographiques	72
	Ouvrages	72
	Article	73
	Theses et mémoires	75
	Site web	76

Liste des figures

CHAPITRE I

Figure I. 1:	schéma représentatif de l'origine du commerce.	7
Figure I. 2	Supermarché MPREIS à Enns (Autriche) 1500 m2	10
Figure I. 3:	Hypermarché Sainsbury's à Londres 7 m2	10
Figure I. 4	Centre commercial West ide à Berne 60 boutiques	11
Figure I. 5	Exemples des composants d'un système adaptatif.....	15
Figure I. 6	Exemples des matériaux utilisés au niveau des façades adaptatives.	15
Figure I. 7	Exemples des systèmes adaptatifs.....	16
Figure I. 8	Schéma conceptuel de la classification des façades adaptatives.	17
Figure I. 9	Système de transformation géométrique des façades cinétiques.	18
Figure I. 10	Exemples de mouvements de différentes façades cinétiques.....	20
Figure I. 11	Typologie de mouvement de plans.....	19

CHAPITRE II

Figure II 1 :	carte géographique de Msila	22
Figure II 2 :	(a)Températures mensuelles a M'sila, (b) Diagramme des températures journalières maximales et minimales	23
Figure II 3 :	(a) rayonnement mensuel M'sila ,(b) Diagramme des rayonnement quotidien Msila.....	23
Figure II 4 :	la précipitation de mensuel Msila	24
Figure II 5	Durée d'ensoleillement à Msila	25
Figure II 6 :	Valeurs mensuelles de l'humidité relative à M'sila	25
Figure II 7 :	Moyenne de la vitesse du vent à M'sila	26
Figure II 8:	Diagramme psychrométrique de M'sila.....	27