

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'APPORT DE LA FAÇADE DYNAMIQUE VIA L'ARCHITECTURE
FLEXIBLE SUR LE CONFORT THERMIQUE DANS UN CLIMAT
SUBHUMIDE

Dirigé par :
Dr. Nassira BENHASSINE
Maître de conférences-classe A-

Présentée par :
Rayene TOTO

Soutenu devant le jury composé de :

Président de jury : **Mr. Islem BOUKHELKHAL**

Examineur : **Mr. Samir MEDDOUR**

Examineur : **Dr. Nadia NAIT**

Rapporteur(e) : **Dr. Nassira BENHASSINE**

Année Universitaire 2021/2022

Session : juin

Résumé

La flexibilité en architecture est un concept innovant, multifonctionnel, interdisciplinaire, qui répond aux changements demandés par l'utilisateur et s'adapte aux nouveaux usages.

Ce mémoire dont le sujet est l'apport de la façade dynamique via une architecture flexible sur le confort thermique est non seulement une recherche théorique mais aussi une étude numérique. La façade dynamique répond aux besoins d'adaptation au changement climatique et à l'amélioration des conditions de vie à l'intérieur des espaces. Elle est connue à travers le monde notamment dans le monde arabe (tours el bahr). Elle est complexe mais elle bénéficie de fonctionnalités et caractéristiques la distinguant de la façade traditionnelle.

La réalisation d'un centre de recherche en astrophysique s'intéresse à l'architecture flexible. Elle correspond à une architecture qui n'est pas statique, mais plutôt évolutive. Ce projet propose une réflexion sur les changements auxquels fait face un bâtiment, ainsi qu'une exploration des procédés, formes et méthodes d'adaptabilité et de flexibilité en architecture.

La maîtrise du confort thermique des bâtiments à travers la façade dynamique tout en minimisant la consommation énergétique est considérée comme un défi pour les concepteurs. De nos jours, ce défi est d'autant plus complexe à relever particulièrement avec les conditions climatiques et économiques actuelles qui ont fait de la performance énergétique une exigence mondiale dans tous les domaines celui notamment du bâtiment

Mots clés

Architecture flexible, façade dynamique, confort thermique, centre de recherche, adaptation.

Abstract

Flexibility in architecture is an innovative, multifunctional, interdisciplinary concept that responds to changes requested by the user and adapts to new uses.

This thesis, whose subject is the contribution of the dynamic façade via a flexible architecture on thermal comfort, is not only theoretical research but also a numerical study. The dynamic façade responds to the needs of adaptation to climate change and the improvement of living conditions inside spaces. It is known throughout the world and even in the Arab world (El bahr towers). It is complex but it benefits from certain functionalities and characteristics which distinguish it from the traditional façade.

The realization of a research center in astrophysics is interested in flexible architecture. It corresponds to an architecture that is not static, but rather evolutive. This project proposes a reflection on the changes that a building faces, as well as an exploration of the processes, forms and methods of adaptability and flexibility in architecture.

Controlling the thermal comfort of buildings through the dynamic façade while minimizing energy consumption is considered a challenge for designers. Nowadays, this challenge is even more difficult to meet, especially with the current climatic and economic conditions that have made energy performance a global requirement in all fields, especially in the building sector.

Keywords:

Flexible architecture, dynamic façade, thermal comfort, research center, adaptation

الخلاصة

المرونة في الهندسة المعمارية هي مفهوم مبتكر متعدد الوظائف ومتعدد التخصصات، والذي يستجيب للتغيرات التي يطلبها المستخدم ويتكيف مع الاستخدامات الجديدة.

هذه الأطروحة التي يكون موضوعها هو مساهمة الواجهة الديناميكية عبر بنية مرنة على الراحة الحرارية ليست فقط بحث نظري ولكن أيضاً دراسة تطبيقية. الواجهة الديناميكية تستجيب لاحتياجات التكيف مع تغير المناخ وتحسين الظروف المعيشية داخل المساحات. معروف في جميع أنحاء العالم وحتى في العالم العربي (أبراج البحر). معقدة ولكن تستفيد من بعض الوظائف والخصائص التي تميزه عن الواجهة التقليدية.

يهتم إنشاء مركز أبحاث في الفيزياء الفلكية بالعمارة المرنة. حيث يتوافق مع بنية تتكيف مع التغيرات، وهي ليست ثابتة، بل تطويرية. إنه يوفر انعكاساً على التغيرات التي تواجه المبنى، فضلاً عن استكشاف عمليات وأشكال وأساليب القدرة على التكيف والمرونة في الهندسة المعمارية.

يُعتبر إلى التحكم في البيئة الحرارية للمباني من خلال الواجهة الديناميكية مع تقليل استهلاك الطاقة على أنه تحدي للمهندسين في الوقت الحاضر، تزداد صعوبة مواجهة هذا التحدي، لا سيما مع الظروف المناخية والاقتصادية الحالية التي جعلت أداء الطاقة مطلباً عالمياً في جميع المجالات، ولا سيما في قطاع البناء

الكلمات المفتاحية

بنية مرنة، واجهة ديناميكية، راحة حرارية، مركز أبحاث، تكيف.

Table des matières :

Introduction	14
Problématique	14
Questionnements	15
Questions principales	15
Objectifs De La Recherche	15
Hypothèses	15
Méthodologie	16
La structure du mémoire	16
CHAPITRE 01 : LA FAÇADE DYNAMIQUE AU SERVICE DE L'ARCHITECTURE FLEXIBLE	17
Introduction	17
1.1. L'architecture flexible	18
1.1.1. La notion de la flexibilité	18
1.1.2. Les caractéristiques de la flexibilité	19
1.1.2.1. L'adaptabilité	20
1.1.2.2. La transformation	20
1.1.2.3. L'interaction	22
1.1.2.4. Mobilité	23
1.2. La technologie au service de l'architecture flexible	24
1.2.1. Les matériaux transformables	25
1.2.1.1. Vitrages interactifs	25
1.2.1.2. Morphologie assistée par ordinateur	25
1.3. La structure spatiale cinétique	27
1.3.1. L'espace extensible :	27
1.3.2. La toiture ouvrable :	27
1.3.3. Plancher mobile :	28
1.4. L'enveloppe en architecture	28
1.4.1. Aperçu historique	29
1.4.2. Les fonctions de la façade	30
1.4.3. La façade selon le type de l'enveloppe	32
1.4.3.1. La façade simple peau ou monocouche	32
1.4.3.2. La façade double peau ou multicouche	32
1.4.4. La façade adaptative	36
1.4.5. Mouvement en façade	37
1.4.5.1. Typologies de mouvement	38

Conclusion.....	41
CHAPITRE 02 : L'EFFET DE LA FAÇADE DYNAMIQUE SUR LE CONFORT INTERIEUR	42
Introduction	42
2. Le confort	42
2.1. L'aspect physiologique : la thermorégulation.....	43
2.2. L'aspect physique : les échanges de chaleur	44
2.2.1. Le bilan thermique.....	44
2.2.2. L'influence des vêtements.....	45
2.3. L'aspect psychologique : sensation et confort thermique.....	46
2.3.1. La sensation thermique.....	46
2.3.2. Le confort thermique	47
2.4. La façade dynamique.....	49
2.4.1. La performance des façades dynamiques.....	49
2.4.1.1. Robustesse et flexibilité	50
2.4.1.2. L'adaptabilité	50
2.4.1.3. La multi-capacité.....	51
2.4.1.4. L'évaluabilité.....	51
2.4.2. Effet de la façade dynamique sur la durée de vie du bâtiment.....	51
2.4.2.1. Physique pertinente	51
2.4.2.2. Les échelles temporelles	52
2.4.3. Types de contrôle des systèmes de la façade adaptative	52
2.4.3.1. Le contrôle extrinsèque	52
2.4.3.2. Le contrôle intrinsèque	53
2.4.4. La façade adaptative et le confort thermique intérieur	53
2.4.4.1. Collecte des données	54
2.4.4.2. BMS	54
2.4.4.3. Réactions de la façade	54
Conclusion	54
3. CHAPITRE 03 : ANALYSE DES MODELES & ANALYSE CONTEXTUELLE	55
Introduction	55
3.1. Al Bahar Towers.....	55
3.1.1. Conception de la façade	56
3.1.2. Système mécanique informalisé	57
3.1.3. Avantages et performances	59
3.2. KIEFER Technic Showroom.....	60

3.3.	Centre architecture Helio Trace.....	63
3.3.1.	Trois éléments formalisent le système	64
3.4.	Q1 Building.....	65
3.5.1.	Etude bioclimatique de la wilaya de Guelma	68
3.5.1.1.	Climat et moyennes météorologiques tout au long de l'année pour Guelma 69	
3.5.1.2.	Humidité.....	70
3.5.1.3.	Vent.....	71
3.5.1.4.	Précipitation	72
	Conclusion.....	72
	CHAPITRE 04 : UNE APPROCHE CONTEXTUELLE.....	73
4.	Critères de motivation du choix du site	73
4.1.	Présentation du site d'intervention	73
4.1.1.	Environnement immédiat et les limites du terrain.....	73
4.1.2.	L'orientation :	74
4.1.4.	L'accessibilité	74
4.1.5.	Le vent	75
4.1.6.	Ensoleillement	75
4.1.7.	Topographie	75
4.2.	Philosophie du projet.....	76
4.2.1.	Les concepts retenus	76
4.3.	La mise en forme du projet	78
4.3.1.	Schéma de principe	78
4.3.2.	Le tracé géométral	79
4.4.	Essai de simulation de la façade dynamique	82
4.4.1.	Logiciel de simulation : Rhinoceros 3D – Grasshopper	82
4.4.1.1.	Grasshopper Plugin de Rhino	83
4.4.2.	Modélisation de la façade dynamique	84
4.4.3.	Programmation du dispositif	87
4.4.4.	Intégration des données météorologiques et définition paramétrique de la trajectoire solaire de la ville de Guelma :	88
	Conclusion.....	92
	Conclusion générale	92
	Bibliographie.....	93