

PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA  
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION  
AND SCIENTIFIC RESEARCH

UNIVERSITY -SALAH BOUBNIDER- CONSTANTINE 3



FACULTY / INSTITUTE  
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE

Order N°: .....

Series: .....

Sector: Architecture

Thematic: Conception-Technology

## **Implementation of Interactive technologies in ecological architecture**

Morphing materials, Kinetic systems. (the case of Ain el Beida)

**Directed by:**

Ms Hachouf Mourad

**Presented by:**

Chabni Mohammed Abdelghafour

University year 2019/2020.

Session: June

# Table of contents

Acknowledgements.....	I
Table of contents.....	II
Table of figures.....	VIII
II General Introduction: .....	1
III Problem statement: .....	2
IV Objectives: .....	4
V Research methodology.....	4
VI Thesis structure.....	5
VII conclusion.....	6
First part: Theoretical approaches.....	7
Chapter I Architectural theories.....	8
1 Introduction.....	8
2 Sustainable architecture: .....	8
2.1 Natural ambiance .....	9
2.2 Interactive designs in architecture .....	10
2.3 Flexibility of interactive systems:.....	11
2.4 Adaptability .....	12
2.5 Transformability .....	12
3 Engaged architecture: parametricism.....	13
3.1 History: .....	13
3.2 Parametricism 2.0 .....	14
3.3 Parametric Responsiveness:.....	15
3.4 Defining Heuristics and Pertinent (strong relation) characters of the parametricism: .....	15
3.4.1 Negative heuristics (taboos): .....	15

3.4.2 Positive heuristics (dogmas):.....	15
4 conclusion .....	15
Chapter II Theoretical strategies:.....	17
1 introduction.....	17
2 The first strategy   Morphing materials: Electrochromic filters.....	17
2.1 What is morphing material?.....	17
2.2 Photochromic and electrochromic materials: .....	18
2.2.1 Electrochromic materials: .....	19
2.2.2 How do EC materials work?.....	20
2.2.3 tungsten oxide (WO <sup>3</sup> ): .....	21
2.3 The history of electrochromic materials: .....	22
2.3.1 Origin of the word electrochromism:.....	22
2.4 Implementation of the morphing material in architecture: .....	22
2.5 Characteristics and behavior of the morphing material: .....	24
2.5.1 Contextual Controlling and material limitations: .....	26
2.6 proof of concept: .....	28
2.6.1 Workflow breakdown .....	29
2.6.1.1 First section.....	29
2.6.2 Second section .....	29
3 The second strategy  The kinetic systems: Electroactive polymer .....	30
3.1 What is a kinetic system in architecture?.....	30
3.2 Historical review of the kinetic architectural systems:.....	31
3.3 Key elements in the kinetic design: .....	33
3.4 Contextual material selection: .....	35
3.5 Transformation and adaptability: .....	37
3.5.1 Computation and data exploitation:.....	38
3.6 proof of concept:.....	39

3.6.1 Workplace breakdown .....	40
3.6.1.1 First section .....	40
3.6.1.2 Second section .....	41
3.6.1.3 Third section .....	42
3.6.1.4 Fourth section .....	43
3.6.1.5 Fifth section .....	43
3.6.1.6 Sixth section.....	44
3.6.2 Contextual controlling: .....	44
3.7 Conclusion .....	45
Second part: Analytical approach .....	46
Chapter I Site analysis .....	47
1 introduction.....	47
2 Climate data analysis .....	47
2.1 Temperature .....	47
2.2 Monthly radiation .....	48
2.3 precipitation .....	48
2.4 Sun trajectory .....	49
2.5 sunshine duration .....	49
2.6 wind .....	50
2.7 climate data reliability disclaimer.....	51
3 Site morphology.....	52
3.1 Site presentation.....	52
3.2 Site localization.....	52
3.2.1 Coordinations:.....	52
3.2.2 Site localization regarding the main roads:.....	52
3.2.3 Site localization regarding the city: .....	52
3.3 Site perimeters: .....	53

3.4 Accessibility.....	53
3.5 Site shape .....	54
3.6 Dimensions .....	54
3.7 Site topography .....	54
3.8 Site profiles .....	55
3.9 Site hazards and inconveniences.....	55
3.10 Site composition. ....	56
3.11 Synthesis .....	56
4 conclusion .....	56
Chapter II Case study.....	57
1 introduction.....	57
2 First example: Aquatic Centre Sourcéane .....	57
2.1 Location .....	58
2.2 accessibility.....	58
2.3 Design aspects.....	59
2.4 Mass composition .....	59
2.5 Functional aspects.....	60
2.5.1 Plans.....	60
2.5.2 Program.....	62
2.6 Technical aspects .....	63
2.6.1 Curtain waterfalls.....	63
2.6.1.1 skylights .....	63
2.6.2 Dark matt finish .....	64
3 Second example: University of British Colombia Aquatic Centre.....	65
3.1 Location .....	66
3.2 Accessibility.....	66
3.3 Design aspects.....	67

3.4 Mass composition .....	68
3.5 Functional aspects .....	68
3.5.1 plans .....	69
3.5.2 Program.....	70
3.6 Technical aspects .....	71
3.6.1 Water strategies.....	71
3.6.2 Air strategies .....	72
3.6.3 Light strategies.....	73
4 Third example: AISJ Aquatic Centre .....	74
4.1 Location .....	74
4.2 Accessibility.....	75
4.3 Design aspects.....	75
4.4 Functional aspect .....	76
4.4.1 Plans .....	76
4.4.2 Program.....	77
4.5 Mass composition .....	77
4.6 Technical aspects .....	78
4.6.1 Structure.....	78
4.6.2 skylights .....	78
4.6.3 Kinetic panels system .....	79
5 Comparison table .....	80
6 conclusion: .....	81
Chapter III Simulation: .....	82
1 introduction.....	82
2 Solar analysis: .....	82
2.1 Daylight Analysis: .....	83
3 conclusion: .....	86

General conclusion .....	87
Bibliography .....	1
Annex .....	4
Abstract .....	6
Keywords: .....	6
الملخص.....	7
الكلمات المفتاحية .....	7

## Abstract

Global warming and large-scale pollution have affected our planet for centuries. We acknowledged it for decades, the world now is fighting against itself in an attempt to provide a better future for the next generations, the buildings sector is one of the significant contributors to the problem is also one of the biggest organisms that are willing to change, and we can see this through the number of new boards for controlling the environmental quality in each country and the new architectural movements that preach environmental conservation in their core philosophy one of which is parametricism 2.0, it emphasizes the research-based best practices in architecture and one of its primary goals are to use environmental engineering to enhance the strategies used in the buildings complementing systems interactively.

The strategies chosen to work within this philosophy are **kinetic systems** using EAP's to form fluid forms that can change its curvature angle leveraging the materials physical properties of extension and retraction when exposed to electrical current to generate openings on the building surface when airflow is needed and **Morphing materials** using ECM's to cover the external shell of the building in order to control the color which in its turn manipulates the heart rate flow coming from the solar rays impacting on the surface by leveraging the chemical properties of the material when introduced to an electrical current too.

These theories were tested in the academic architectural project accompanying this paper by running environmental simulations. At the same time, the strategies are active and inactive. Then the results are compared to see the impact it has on the energy conception, the results were satisfactory and within the margin that justifies the usage of complex and sensitive systems but extensive more profound research is yet to be done to determine the real extents of these strategies in the real world and what other implementations that they might have.

### Keywords:

parametricism 2.0 – energy performance – ecological architecture – aquatic center



## الملخص

أثر الإحتباس الحراري والتلوث الواسع النطاق على كوكبنا بدأت مظاهره قبل قرون ، و اعترفت به المنظمات العلمية لعقود من الزمن ، ويكافح العالم الآن ضد نفسه في محاولة لتوفير مستقبل أفضل للأجيال القادمة ، قطاع البناء هو أحد المساهمين الرئيسيين في المشكلة و هو أيضاً واحد من أكبر البنيات الراغبة في التغيير ويمكننا رؤية ذلك من خلال عدد من المجالس الجديدة للتحكم في الجودة البيئية في كل بلد والتيارات المعمارية الجديدة التي تدعو إلى الحفاظ على البيئة في فلسفتهم الأساسية ، أحد هذه التيارات هو البارامترية 2.0 ، حيث يقوم على أفضل الممارسات القائمة على البحث العلمي في الهندسة المعمارية وأحد أهدافه الرئيسية هي استخدام الهندسة البيئية لتعزيز الاستراتيجيات المستخدمة في المباني المكتملة للأنظمة بشكل تفاعلي.

الاستراتيجيات المختارة للعمل في هذه الفلسفة هي أنظمة حركية تستخدم EAP لتكوين أشكال إنسيابية يمكن أن تغير زاوية انحناءها بالاستفادة من الخصائص الفيزيائية للمواد للتمديد والتراجع عند تعرضها للتيار الكهربائي لتوليد فتحات على سطح المبنى عند الحاجة إلى تدفق الهواء و أيضاً لدينا المواد المتحولة التي تستخدم ECM لتغطية الغلاف الخارجي للمبنى من أجل التحكم في اللون الذي بدوره يعالج معدل النقل الحراري للمادة للحرارة المسقط على الجسم القادم من الأشعة الشمسية التي تؤثر على السطح من خلال الاستفادة من الخصائص الكيميائية للمادة عند تعريضها إلى التيار الكهربائي أيضاً.

تم اختبار هذه النظريات في المشروع المعماري الأكاديمي المصاحب لهذه الأطروحة عن طريق تشغيل المحاكاة البيئية حين تكون الإستراتيجيات نشطة وغير نشطة ثم تتم مقارنة النتائج لمعرفة تأثيرها على استهلاك الطاقة ، وكانت النتائج مرضية وضمن الهامش الذي يبرر استخدام أنظمة معقدة و حساسة ولكن لا يزال يتعين إجراء بحث أعمق واسع النطاق لتحديد المدى الحقيقي لهذه الاستراتيجيات في العالم الحقيقي والتطبيقات الأخرى التي قد تكون لديها.

## الكلمات المفتاحية

البارامترية 2.0 - أداء الطاقة - العمارة البيئية - المركز المائي