

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

**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



**FACULTE D'ARCHITECTURE ET DE L'URBANISME**  
**DEPARTEMENT DE L'ARCHITECTURE**

**Mémoire de Master 2**

Filière : Architecture

Spécialité : Architecture Environnement et Technologie

**THEME :**

**L'impact de la Végétation sur le confort thermique intérieur et extérieur**  
**Cas de Campus Universitaire**

Dirigé par :

**Dr. MAHIMOUD Aissa**

**Dr. SOTEHI Oualid**

Présenté par :

**MEZOUARI Abderraouf**

Année Universitaire 2019/2020.

## Table des matières :

|  |    |
|--|----|
| 1-Introduction générale :  | 1  |
| 2-Problématique :  | 2  |
| 3- HYPOTHESES :  | 4  |
| 4- Objectifs :   | 4  |
| 5-Méthodologie :   | 4  |
| 6. Structure de la thèse :   | 5  |
| Chapitre I :Le confort thermique   | 7  |
| I.1. Introduction  | 7  |
| I.2. Paramètres du confort thermique                                     | 7  |
| I.2.1. Paramètres relatifs à l'environnement                             | 7  |
| I.2.2. Paramètres relatifs à l'individu                                  | 8  |
| I.3. Les échanges thermiques   | 10 |
| I.4. Modélisation du confort thermique                                   | 11 |
| I.4.1. L'approche rationnelle ou du bilan thermique                      | 11 |
| I.5 . Rappel des grandeurs physiques fondamentales en thermique          | 17 |
| I.5.1. Concepts de température et de chaleur                             | 17 |
| I.6. Facteurs influant sur le confort thermique                          | 17 |
| I.6.1. Facteurs liés aux conditions climatiques                          | 17 |
| I.6.2. Comportement thermique des parois                                 | 20 |
| I.6.3. L'albédo  | 22 |
| I.6.4. Auvents et écrans végétaux  | 23 |
| I.7. Les indices de confort thermique en milieu extérieur                | 24 |
| I.7.1. Effet du vent   | 25 |
| I.7.2. La température radiante moyenne en extérieur                      | 26 |
| I.7.3-Indice de contrainte thermique                                     | 27 |
| I.7.4. PMV modifié   | 28 |
| I.7.5. La Température Physiologique Equivalente (PET)                    | 29 |
| I.7.6. Le OUT_SET  | 29 |
| I.7.7. Taux de sueur régulatrice   | 30 |
| Chapitre II: La végétation et le confort thermique extérieur / intérieur | 31 |
| II.1. Introduction   | 31 |

|  |    |
|--|----|
| II.2. Rôle du végétal urbain .....   | 31 |
| II.3. Effet des arbres sur le rafraîchissement des espaces .....                       | 32 |
| II.4. Intégration de la couverture végétalisée dans le projet architectural .....      | 34 |
| II.5. Impact de la végétation sur le microclimatique .....                             | 38 |
| II.6. la végétation comme piège des particules.....                                    | 38 |
| II.7. Température de surface des végétaux.....   | 39 |
| II.8. Les toitures végétalisées .....  | 40 |
| II.8.1. Définition.....  | 40 |
| II.8.2. La typologie des toitures végétalisées .....                                   | 40 |
| II.8.3. Composition d'une toiture verte .....  | 46 |
| II.8.4. Les avantages des toitures végétalisées .....                                  | 50 |
| II.9. Détail d'une toiture végétalisée sur une structure en béton.....                 | 53 |
| II.10. Les toitures végétalisées et l'usage de la toiture plaisir .....                | 54 |
| Chapitre III : Analyse environnementale du site d'intervention. ....                   | 55 |
| III.1. Présentation de la ville de Constantine.....                                    | 55 |
| La wilaya est constituée de trois zones géographiques: .....                           | 56 |
| III.2 Analyse climatique et bioclimatique de Constantine .....                         | 57 |
| III.2.1. Analyse climatique .....  | 57 |
| III.3. L'Analyse bioclimatique .....   | 60 |
| III.3.1. Méthode de MAHONEY.....   | 60 |
| III.3.2 Méthode de Szokolay .....  | 60 |
| III.4 Présentation et situation de la ville nouvelle Ali Mendjeli.....                 | 61 |
| III.5. Présentation de site d'intervention la ville universitaire Salah Boubnider..... | 64 |
| III.6. Caractéristiques climatiques.....   | 67 |
| III.6.1. L'ensoleillement.....   | 67 |
| III.6.2 Ventilation.....   | 67 |
| Chapitre IV : Évaluation du confort thermique intérieur et extérieur .....             | 69 |
| IV.1. Introduction .....   | 69 |
| IV .2. Présentation du logiciel Envi-met et TRNsys .....                               | 70 |
| IV.2.1. Logiciel Envi-met.....   | 70 |
| IV.2.2. Logiciel TRNsys .....  | 77 |
| IV. 3. Simulation et calcul.....   | 79 |
| IV.3.1. Simulation des paramètres de confort extérieur .....                           | 79 |
| IV.3.2. Simulation des paramètres de confort intérieur.....                            | 97 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| IV.4. Conclusion .....      | 97 |
| Conclusion générale : ..... | 99 |

تأثير الغطاء النباتي على الراحة الحرارية داخل وخارج المبنى. حالة الحرم الجامعي

### ملخص

التنمية المستدامة هي أسلوب حياة يولد سلوكاً يجب أن يعيشه المجتمع البشري وفقاً للمتطلبات المتوقعة. بشكل ملموس ، التنمية المستدامة هي عملية لتنظيم المجتمع بطريقة تمكنه من الوجود على المدى الطويل. يجب دمج هذا المنظور في مشاريعنا لحماية مستقبل بلدنا

ويلاحظ أن عامل الراحة الحرارية الخارجية غالباً ما يتم تجاهله في تخطيط المدن. ومع ذلك ، غالباً ما يتم تحقيق الراحة الحرارية الداخلية بوسائل باهظة الثمن ومستهلكة للطاقة

للإجابة على هذه المشكلة ، يتمثل عملنا في تقييم الراحة الحرارية في الخارج ، على المحور الرئيسي لجامعة قسنطينة 3 ، وفي الداخل في غرفة تقع في الطابق العلوي من كلية الهندسة المعمارية . والتخطيط العمراني

لتقييم الراحة في الهواء الطلق البرنامج ENVI-met تم إطلاق محاكاة رقمية باستخدامه وبرنامج TRNSys تم إطلاق محاكاة رقمية باستخدامه لتقييم الراحة في الأماكن المغلقة.

. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الغطاء النباتي الموجود في شارع الجامعة وكذلك نوافير المياه لها تأثير إيجابي على تحسين الراحة الحرارية. بينما يؤدي استخدام السقف الأخضر إلى خفض درجة حرارة الهواء الداخلي بالإضافة إلى درجة حرارة التشغيل وبالتالي زيادة الراحة الحرارية

### الكلمات الرئيسية:

، غطاء نباتي ، TRNSys ، ENVI-met. راحة حرارية داخلية وخارجية ، محاكاة رقمية ،

سقف اخضر.

## **Impact of vegetation on indoor and outdoor thermal comfort of the building. Case of the university campus.**

### **Abstract:**

Sustainable development is a lifestyle that generates behavior which a human society to live in accordance with expected requirements. Concretely, sustainable development is a process of organizing society in such a way to enable it to exist in the long term. This perspective must be integrated into our projects to safeguard the future of our country.

It is noted that the outdoor thermal comfort factor is often overlooked in the planning of cities. However, indoor thermal comfort is often achieved by expensive and energy-consuming means.

To address this issue, our work consists of evaluating the thermal comfort outside within Boulevard of Constantine 3 university and inside in a room located on the top floor of the Faculty of Architecture and Urban Planning.

A digital simulation is launched with the ENVI-met software to assess outdoor thermal comfort and TRNSys software to assess indoor thermal comfort. The results obtained show that the existing vegetation within the University Boulevard as well as the water fountains has a positive influence on improving thermal comfort. While the use of a green roof will lower the temperature of the indoor air as well as the operating temperature and consequently increase thermal comfort.

**Keywords:** Indoor and outdoor thermal comfort, digital simulation, ENVI-met, TRNsys, plant cover, green roof.

## **Impact de la végétation sur le confort thermique intérieur et extérieur du bâtiment. Cas du campus universitaire.**

### **Résumé**

Le développement durable est un mode de vie qui engendre un comportement dont lequel une société humaine doit vivre conformément aux exigences attendues. Concrètement, le développement durable est un procédé d'aménagement de la société de façon à lui permettre d'exister à long terme. Cette optique doit être intégrée dans nos projets pour préserver l'avenir de notre pays.

Il est remarqué que le facteur de confort thermique extérieur est souvent négligé dans l'aménagement des villes. Cependant le confort thermique intérieur est souvent atteint par des moyens coûteux et consommateur d'énergie.

Pour répondre à cette problématique, notre travail consiste à évaluer le confort thermique extérieur, au sein du boulevard de l'université Constantine 3, et intérieur au sein d'un local situé au dernier étage de la faculté d'architecture et d'urbanisme.

Une simulation numérique est lancée avec le logiciel ENVI-met pour évaluer le confort extérieur et le logiciel TRNSys pour évaluer le confort intérieur. Les résultats obtenus montrent que la végétation existante au sein du boulevard de l'université ainsi que les fontaines d'eau influent favorablement sur l'amélioration du confort thermique. Alors qu'une utilisation d'une toiture végétalisée permettra d'abaisser la température de l'air intérieur ainsi que la température opérative et par conséquent augmenter le confort thermique.

**Mots clés :** Confort thermique intérieur et extérieur, simulation numérique, ENVI-met, TRNSys, couverture végétale, toiture végétalisée.