

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

UNIVERSITE -SALAH BOUBNIDER- CONSTANTINE 3



FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Mémoire de Master2

Architecture environnement et technologie

**EVALUATION DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS UN
BATIMENT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR. VERS UNE
TRANSITION ENERGETIQUE DE L'UNIVERSITE CONSTANTINE3**

Cas d'étude faculté d'architecture et d'urbanisme.

Dirigé par:

SOTEHI Oualid

MAHIMOUD Aissa

Grade Docteur

Présenté par :

DJEHA Nabila

Année Universitaire 2019/2020

EVALUATION DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS UN BATIMENT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR. VERS UNE TRANSITION ENERGETIQUE DE L'UNIVERSITE CONSTANTINE 3.

Cas d'étude : faculté d'architecture et d'urbanisme.

Résumé

L'efficacité énergétique vers une transition énergétique est devenue une étape incontournable pour la politique énergétique algérienne. Pour atteindre ce but plusieurs programmes ont été créés. L'université Salah BOUBNIDER Constantine 3 se lance via un projet nommé Eco-campus dans l'optique d'augmenter l'efficacité énergétique de ses différentes structures.

Pour cela, plusieurs méthodes sont explorées dans la littérature pour déterminer la plus adaptée à notre cas d'étude. Une de ces méthodes proposées par l'organisme Algérien APRUE est utilisée et elle vise à évaluer 14 critères dispatchés entre consommation énergétique, confort thermique et visuel, économie et innovation. Ces critères sont appliqués à la faculté d'architecture et d'urbanisme choisie comme cas d'étude.

La modélisation de la structure de la faculté est effectuée par le logiciel CTBAT proposé par l'APRUE. Les résultats obtenus montrent que plusieurs non-conformités de la structure de la faculté vis-à-vis la réglementation thermique Algérienne (DTR).

Par la suite, plusieurs propositions d'amélioration de l'efficacité énergétique sont élaborées. Au niveau des murs existants, une isolation thermique d'une mousse polyuréthane injectée dans la lame d'air avec un ajout d'un habillage d'une couche de polystyrène expansé permet d'augmenter la résistance thermique des murs et par conséquent se conformer à la réglementation thermique. Au niveau des vitres, le remplacement des vitres existantes par un double vitrage réfléchissant avec un ajout des panneaux de forex pour les murs rideau permet de réduire l'impact des fenêtres. Le recours aux énergies renouvelables pour couvrir une partie de la consommation énergétique ainsi qu'un éclairage économe sont des solutions pour atteindre l'efficacité énergétique.

Mots clés : Efficacité énergétique, Eco-campus, CTBAT, énergies renouvelables, Isolation thermique.

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY IN A HIGHER EDUCATION BUILDING. TOWARDS AN ENERGY TRANSITION OF THE UNIVERSITY OF CONSTANTINE 3.

Study case: faculty of architecture and urban planning.

Abstract

Energy efficiency towards an energy transition has become an essential step for Algerian energy policy and to achieve this goal, several programs were created. The University of Constantine 3 Salah Bounider is launching a program named Eco-campus in view of increasing the energy efficiency of its various structures.

Therefore, many methods are explored to determine the most suitable for our study case. One of these methods is used by the Algerian agency (APRUE), which aims at verifying 14 criteria dispatched between energy consumption, thermal and visual comfort, economy and innovation. These criteria are applied to the study case which is the Faculty of Architecture and urban planning.

The modeling of the structure of the faculty is carried out using CTBAT software proposed by the National Agency for the Promotion and Rationalization of Energy Use (APRUE). The results reveal many non-compliances of the structure of the faculty with the Algerian technical regulations document (DTR).

Subsequently, some improvements of the energy efficiency are suggested. In terms of existing walls, the air gap is replaced by the injection of polyurethane foam and a covering with a layer of expanded polystyrene as a thermal isolation, which increases the thermal resistance of the walls and consequently complies with thermal regulations. At the level of glass, the existing glass is replaced by reflective double glazed glass, and forex panels are added for the curtain walls to reduce the impact of windows. The return to renewable energies is one of the most important solutions to achieve energy efficiency because they cover a part of the energy consumption.

Key words: Energy efficiency, Eco-campus, CTBAT, renewable energies, Thermal insulation.

تقييم كفاءة الطاقة في هياكل التعليم العالي نحو التحول الطاقوي في جامعة قسنطينة 3.

دراسة حالة: كلية الهندسة المعمارية والعمران.

ملخص

أصبحت كفاءة الطاقة نحو التحول الطاقوي خطوة أساسية في سياسة الطاقة الجزائرية، ومن أجل هذا الغرض، تم إنشاء العديد من البرامج ومن بينها المشروع الذي أطلقته جامعة قسنطينة 3 صالح بوبنيدر تحت اسم Eco-campus وذلك بهدف زيادة كفاءة الطاقة على مستوى مختلف هياكلها.

من هذا المنطلق، بدأت رحلة البحث عن المنهجية الأنسب لدراسة الحالة الخاصة بهذا العمل، واعتمدنا على المنهجية المستخدمة من طرف الوكالة الجزائرية (APRUE)، والتي تقوم على تقييم أربعة عشر (14) معياراً يتراوحون بين استهلاك الطاقة والراحة الحرارية والبصرية والاقتصاد والابتكار، يتم تطبيقها على حالة الدراسة وهي كلية الهندسة المعمارية والعمران.

بعد إعداد النماذج الخاصة ببنية الكلية باستخدام برنامج CTBAT الذي اقترحه الوكالة الوطنية لدعم و ترشيد استهلاك الطاقة (APRUE)، كشفت النتائج عن عدم مطابقة بنية الكلية مع الوثائق التقنية التنظيمية الجزائرية (DTR)، ومن أجل هذا، تم اقتراح بعض التعديلات من أجل كفاءة أحسن للطاقة.

فيما يخص الجدران الموجودة، يتم استبدال الفجوة الهوائية بحقن رغوة البوليوريثان وتغطيتها بطبقة من البوليسترين الممتد كعازل حراري، وهو الأمر الذي من شأنه أن يزيد من المقاومة الحرارية للجدران وبالتالي يتوافق مع اللوائح الحرارية. أما على مستوى الزجاج، فيتم استبدال الزجاج الحالي بزجاج عاكس مزدوج، ويتم إضافة ألواح فوركس للجدران الستائرية لتقليل التأثير الحراري للنوافذ. إن العودة إلى الطاقات المتجددة واستخدام الإنارة ذات الكفاءة تعد من أهم الحلول لتحقيق كفاءة الطاقة لأنها تغطي جزءاً من استهلاك الطاقة.

الكلمات المفتاحية: كفاءة الطاقة، Eco-campus، CTBAT، الطاقات المتجددة، العزل الحراري.

Sommaire:

Remerciements	I
Résumé	II
Résumé en anglais	III
Résumé en arabe	IV
Liste Des Figures	V
Liste Des Tableaux	VII
Liste des plans	X
Introduction Générale	1
Problématique	3
 Chapitre I : Identification du concept	
Introduction	5
I.1. Etat de la consommation énergétique du secteur bâtiment	6
I.2. Principaux labels dans le monde.....	10
I.2.1. La haute qualité environnementale.....	10
I.2.2. Le label BREEAM.....	12
I.2.3. Le label LEED.....	12
I.3. La performance et l'efficacité énergétique d'un bâtiment.....	13
I.3.1. Définition.....	13
I.3.2. L'efficacité énergétique dans le bâtiment dans le monde.....	14
I.3.3. L'efficacité énergétique en Algérie.....	18
I.3.4. Cadre légal de l'efficacité énergétique en Algérie.....	19
I.3.5. La transition énergétique.....	23

I.3.5.1. Définition de la transition énergétique.....	23
I.3.5.2. Histoire de la transition énergétique : origine et enjeux	23
I.3.5.3. La transition énergétique en Algérie.....	24
I.3.6. Les énergies renouvelables en Algérie.....	25
I.3.7. Exemple de réalisation des projets Eco énergétique en Algérie.....	26
I.3.7.1. Réalisation de 600 logements EE	26
I.3.7.2. Ksar Tafilelt (Ghardaïa).....	27
Conclusion	28
 Chapitre II: Evaluation de l'efficacité énergétique dans un bâtiment	
Introduction.....	29
II.1. Besoins énergétiques des constructions	29
II.1.1. Classification des méthodes d'estimation de l'énergie	29
II.1.2. Estimation des besoins énergétiques des constructions	30
II.1.3. Indice d'efficacité énergétique des constructions.....	32
II.2. Bâtiments à zéro consommation énergétique (ZEB)	33
II.2.1. Définition et méthodes de calcul	33
II.2.2. Techniques utilisées pour atteindre le bâtiment ZEB.....	34
II.3. Les éléments d'un bâtiment passif.....	35
II.3.1. L'enveloppe du bâtiment.....	35
II.3.1.1. Les murs.....	36
II.3.1.2. Les toits.....	36
II.3.1.3. Fenestrations (fenêtres et portes).....	36

II.3.2. Forme et Orientation du bâtiment.....	37
II.4. Autres solutions passives.....	37
II.5. Normes et labels.....	38
II.5.1. Définition.....	38
II.5.2. Les Principaux labels et réglementations dans le monde.....	38
II.5.2.1. Réglementation thermique française	38
II.5.2.2. labels énergétiques	39
II.5.2.3. Etiquettes énergétique et climat.....	42
II.6. Diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment -DPE-	43
II.7. Critères d'évaluation de l'efficacité énergétique dans le Bâtiment (Cas de l'Algérie). 44	
II.7.1. Buts et objectifs.....	44
II.7.2. Méthodologie	44
II.7.3. Critères d'évaluation	45
II.7.4. Exemple d'évaluation de l'efficacité énergétique selon la DTR 3.2/4	46
II.7.5. Exemple d'évaluation d'un projet	50
Conclusion	50

Chapitre III: Contexte géophysique

Introduction	51
III.1. Présentation du contexte.....	51
III.1.1. Situation de la ville de Constantine	51
III.1.2. Caractéristiques climatique	51
III.1.2.1. Rayonnement solaire	53
III.1.2.2. Température de l'air	53
III.1.2.3. L'humidité relative	54
III.1.2.4. Le vent	54

III.1.2.5. Les précipitations	54
III.2. Présentation de cas d'étude	55
III.2.1. La faculté d'architecture	56
III.2.1.1. présentation des différents blocs de la faculté.....	56
III.2.1.2. La composition des enveloppes	65
III.2.2. CTBAT	70
III.2.2.1. Présentation	70
III.2.2.2. La création de notre projet	70
III.2.2.3. Création des enveloppes	73
III.2.2.4. Création des parois	75
Conclusion	76
 Chapitre IV: Evaluation et vérification de la conformité des différents blocs de notre faculté aux normes et aux réglementations algériennes	
Introduction	77
IV.1. La structure du Système d'évaluation de l'efficacité énergétique et durabilité	77
IV.2. L'application du Système d'évaluation de l'efficacité énergétique et durabilité sur les différents blocs de la faculté d'architecture et d'urbanisme.....	80
IV.2.1. Critère 1 : compacité du bâtiment.....	81
IV.2.2. Critère 2 : les apports à travers les parois vitrées.....	82
IV.2.3. Critère 3 : les apports à travers les parois opaques.....	83
IV.2.4. Critère 4 : Protection thermique en été.....	85
IV.2.5. Critère 5 : les besoins en énergie en hiver	87
IV.2.6. Critère 6 : les apports en énergie en été.....	90
IV.2.7. Critère 7: Emission de CO2.....	93

IV.2.8. Critère 8: L'utilisation des énergies renouvelables.....	95
IV.2.9. Critère 9:puissance électrique.....	96
IV.2.10. Critère 10:Economie.....	97
IV.2.11. Critère 11:Spécifications des éléments du bâtiment.....	98
IV.2.12. Critère 12:Spécifications des équipements techniques.....	100
IV.2.13. Critère 13:Confort (la température et la lumière du jour).....	102
IV.2.13. Critère 14 : l'innovation.....	107
IV.3. Grille de notation détaillée.....	108
IV.4.l'amélioration des différents critères	110
Conclusion	113
Conclusion générale	114
Références bibliographiques	116
Annexes	120