

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE CONSTANTINE 3**



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

N° d'ordre :..... ..

Série :.... ..

**Mémoire de Master**

Spécialité : Efficacité énergétique pour architecture Bioclimatique.

**Impact de la façade ventilée sur l'amélioration du confort  
hygrothermique dans un bâtiment.**

**(Cas de béjaia).**

Dirigé par :

**Mme. ABDOU SALIHA.  
Mme.NINI GARMIA.**

Présenté par :

**Mr. SLIMANI Halim**

Devant le jury d'examen :

Année Universitaire 2015/2016.  
Session : (juin)

## Sommaire

CHAPITRE INTRODUCTIF.....	Error! Bookmark not defined.
<b>I- Problématique :</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>II- Les hypothèses :</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>III- Les objectifs de l'étude :</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>IV- Méthodologie et outils de recherche :</b> .....	Error! Bookmark not defined.
PARTIE THEORIQUE .....	Error! Bookmark not defined.
CHAPITRE I: LE CONFORT.....	Error! Bookmark not defined.
<b>I- Le confort :</b> .....	Error! Bookmark not defined.
I-1- Introduction : .....	Error! Bookmark not defined.
I-2- Définition du confort thermique: .....	Error! Bookmark not defined.
I-3- Les paramètres du confort thermique : .....	Error! Bookmark not defined.
I-3- 1/ Paramètres relatifs à l'individu : .....	Error! Bookmark not defined.
I-3- 2/ Paramètres relatifs au bâtiment : .....	Error! Bookmark not defined.
I-4- Les indices du confort thermique : .....	Error! Bookmark not defined.
I-4-1- Le vote moyen prévisible (PMV) : .....	Error! Bookmark not defined.
I-4-2- Pourcentage prévu des insatisfaits (PPD) : .....	Error! Bookmark not defined.
I-4-3- La température moyenne radiante (MRT ou T <sub>mrt</sub> ) : .....	Error! Bookmark not defined.
I-4-4- La température opérative (T° opérative): .....	Error! Bookmark not defined.
I-5- Le confort hygrothermique : .....	Error! Bookmark not defined.
CHAPITRE II : LA FACADE .....	Error! Bookmark not defined.
II/La façade : .....	Error! Bookmark not defined.
II-1- Introduction : .....	Error! Bookmark not defined.
II-2- Définition de la façade : .....	Error! Bookmark not defined.
II-3- Les fonctions de la façade : .....	Error! Bookmark not defined.
II-3-1- La fonction transitaire : .....	Error! Bookmark not defined.
II-3-2- La fonction représentative: .....	Error! Bookmark not defined.
II-3-3- La fonction protectionniste : .....	Error! Bookmark not defined.
II-4- La double façade ventilée : .....	Error! Bookmark not defined.
II-4-1- Introduction : .....	Error! Bookmark not defined.
II-4-2- Typologie de systèmes solaires passifs de façade (le fonctionnement) : .....	Error! Bookmark not defined.
II-4-3- Les différents systèmes solaires passifs de façade. ....	Error! Bookmark not defined.
II-4-3-1- Le mur Trombe-Michel, solution solaire de chauffage passif : .....	Error! Bookmark not defined.

II-4-3-2 /Le SolarWall :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-4-3-3- Les cheminées solaires, solution de rafraichissement passive par ventilation naturelle :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-4-3-4 Les façades double peaux, pour chauffage solaire passif et ventilation :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-4-3-5- La façade ventilée :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-4-3-6- Le fonctionnement du système de bardage :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-5- Exemples d'utilisation d'une façade double peau :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-5-1- Le campus de l'Université de Bordeaux 1 :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-5-2-Hôtel renaissance Barcelona fira :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-6- Quelques travaux de recherche sur la façade ventilée :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-7- conclusion :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PARTIE EXPERIMENTALE	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CHAPITRE I: ANALYSE CLIMATIQUE ET BIOCLIMATIQUE DE LA VILLE DE BEJAIA	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>INTRODUCTION :</b>	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1-Situation géographique de la ville de Bejaïa.	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2 : Analyse climatique de la ville de Bejaïa.	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2-1- Introduction :</b>	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2-2- Les éléments du climat :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2-2-a- La température :(2009-2013).	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2-2-b- l'humidité :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2-2-c- Précipitation :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2-2-d- Le vent :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2-3- Conclusion :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3- Analyse Bioclimatique :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3-1- Méthode de S.ZOCKOLAY :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Interprétation :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3-2- Méthode MAHONEY :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4- Conclusion :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CHAPITRE II: ANALYSE DU SITE ET PRESENTATION DU PROJET	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II- Analyse du site « Z.E.T Aokas » :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-1- le choix du terrain d'intervention :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-2- situation de la Z.E.T d'Aokas :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-2-1- Situation de la ville d'Aokas :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-2-2- situation et limites de la ZET par rapport au centre ville d'Aokas :	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

II-3- la forme du terrain :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-4- l'accessibilité :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-5- la topographie :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-6- le microclimat du site :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-7- nuisances et faiblesses :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-8 Présentation du projet :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-8-1 : le tourisme durable :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-8-2 Division et composition du terrain :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-8-3-Le schéma de principe :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II-8-4-Le plan de masse : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>CHAPITRE III : SIMULATION, OUTILS&amp; INTERPRETATION</b>	<b>DES RESULTATS. Error! Bookmark not defined.</b>
Introduction : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-1-objectifs de la simulation : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-2-présentation des scénarios d'étude :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-2-2- description du deuxième scénario : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-2-2- description du troisième scénario : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-3-Présentation de la pièce d'étude : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-1-Les entrées « inputs » : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-2-Traitement de données :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-3-Les sorties « outputs » : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-4-Les types des simulations : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-5-Les phénomènes qui interviennent dans la simulation : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-6-Avantages du logiciel : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-4-7-Inconvénients :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-5-Déroulement de la simulation :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-6-interprétation des résultats :.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-6-1-Période estival 01-02-03 juillet : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III-7-Conclusion : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>CONCLUSION GENERALE :</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Liste des figures

- Figure 1.1 : classification des valeurs du PMV..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 1.2 : indice PMV-PPD. (Source : norme ISO 7730). ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.1 : Illustration des quatre configurations étudiées pour la convection naturelle entre deux plans chauffés, In-In, In-Out, Out-Out. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.2 : Principe de fonctionnement du mur TROMBE– MICHEL .. **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.3 : Mur Trombe du parc national Zion, Utah Etats Unis, étudié par Torcellini et Pless (2004) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.4 : Illustration du SolarWall (source: www.solarwall.com)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2. 5 : Cheminée solaire du lycée français de Damas, en Syrie par Yves Lion. **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.6 : Illustration d'une façade double peau : le bâtiment de l'Office 64 à Bayonne. Architecte P. Arotcharen. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.7 : les composants d'une façade ventilée. Source ; solution techniques système F.V, page 09. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.8 : Exemple des maisons du quartier Arroussets à Bayonne qui intègrent un bardage pin maritime ventilé devant une isolation par l'extérieur..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.9 : schéma du principe du dispositif de bardage ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.10 : Vue aérienne du site de l'Université de Bordeaux..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.11 : Schémas de principe du fonctionnement de la Façade bioclimatique **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.12 : Schémas de principe du fonctionnement de la Façade bioclimatique source : concept bioclimatique pour la ventilation croisée entre performance énergétique et patrimoine bâti. Page 2..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.13 : façade de l'Université de Bordeaux avant/ après modification **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.14 : hôtel RENAISSANCE BARCELONA FIRA.... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.15 : la façade ventilée de l'hôtel RENAISSANCE BARCELONA FIRA **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.16 : Evolution de l'éclairé et des températures à hauteur médiane du dispositif de bardage avec plaque de parement en pin maritime, lame d'air mince et mur support à ossature bois (Séquence A) sur plusieurs jours (du 29 septembre au 4 octobre 2009). **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.17 : Evolution de l'éclairé et des températures à mi-hauteur du dispositif de bardage avec plaque de parement en aggloméré et lame d'air mince ouverte (séquence B) sur plusieurs jours (du 17 au 23 juillet 2010) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2.18 : Evolution de l'éclairé et des températures à mi-hauteur du dispositif de bardage avec plaque de parement en pin maritime et lame d'air mince ouverte (séquence B) sur plusieurs jours (du 17 au 23 juillet 2010). ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.19 : Evolution des écoulements en hauteur médiane des lames d'air mince et épaisse avec plaque de parement en pin maritime pour deux journées estivales de la séquence B (20/07/10) et (05/08/10) en fonction de l'éclairement solaire. .... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.20 : Evolution des écoulements en hauteur médiane des lames d'air mince et épaisse avec plaque de parement en pin maritime de la séquence A (06/10/09) et (12/10/09) en fonction de l'éclairement solaire ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.21 : Evolution des écoulements en hauteur médiane des lames d'air mince et épaisse avec plaque de parement en aggloméré pour deux journées estivales de la séquence B (20/07/10) et (05/08/10) en fonction de l'éclairement solaire. .... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3. 1 : Les limites administratives de la ville de Bejaia:( source: Cartes Bejaia).**Error! Bookmark not defined.**

Figure 3.2 : évolution des températures d'air à Bejaïa (source auteur). ... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3.3 : les valeurs de l'humidité relative à Bejaïa (source auteur). .. **Error! Bookmark not defined.**

Figure3. 4 : précipitation à Bejaïa. (Source auteur)..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure3. 5 : la vitesse du vent à Bejaïa (source auteur)..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3.6 : Graphe psychrométrique de S.zockolay appliqué à la ville de Béjaia.**Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.1 : situation de la ZET par rapport à la ville d'Aokas. Source : auteur **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2. 2 : situation de la commune d'Aokas par rapport à la ville de Bejaïa. Source carte de Bejaïa ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2. 3 : situation de la ZET par rapport au centre ville d'Aokas. Source : Google earth **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.4 : limites de la ZET d'Aokas (terrain d'intervention). Source : auteur **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.5 : la forme du terrain d'intervention. Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.6 : accessibilité au terrain d'intervention. Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure2. 7 : accessibilité au terrain d'intervention. Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.8 : coupe topographie au sens de la longueur. Source : Google earth **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.9 : coupe topographie au sens de la largeur. Source : Google earth **Error! Bookmark not defined.**

Figure2.10 : les vents dominants à Aokas. Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.11 : le seul accès (rond point) à la ZET .Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.12 : la décharge publique au niveau de la ZET. Source : auteur **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.13 : division du terrain .Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure2. 14 : Schéma de principe. Source : auteur. .... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 2.15 : Le plan masse. Source : auteur..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3.1 : pièce d'étude. Source : auteur ..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3.2 : descriptif du projet. Source auteur. .... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3. 3 : introduction des données et fichier de sortie..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3.4 : traitement des résultats. Source : auteur..... **Error! Bookmark not defined.**

Figure 3. 5 : température pendant 1.2. Et le 3 juillet. Source auteur .....**Error! Bookmark not defined.**

Figure 3. 6 : température de 2 juillet. Source : auteur .....**Error! Bookmark not defined.**

Figure3.7 : humidité relative pendant 1,2 et 3 juillet. Source : auteur .....**Error! Bookmark not defined.**

Figure 3. 8 : humidité relative pendant le 2 juillet : Source : auteur. ....**Error! Bookmark not defined.**