

THÈSE EN CO-TUTELLE

Présentée par :

Nawal CHENNOUF

Entre

L'Université Paris-Est Créteil (France)

et

L'Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued (Algérie)

En vue de l'obtention du

Doctorat de l'Université Paris Est
Ecole doctorale Sciences, Ingénierie et
Environnement (SIE)

Diplôme de Doctorat 3^{ème} cycle LMD
Spécialité : Rayonnement, matière et énergie
Domaine : Sciences Exactes

Phénomènes de transfert de chaleur et de masse dans les composites du bois de palmier dattier : comportement sous sollicitations dynamiques

Soutenue le 20 /05/2019, devant le jury composé de messieurs :

El Habib GUEDDA

Professeur, Université d'El-Oued, Algérie

Rafik BELARBI

Professeur, Université de la Rochelle, France

Mohammed LACHI

Professeur, Université de Reims, France

Fethi BOURAS

Professeur, Université d'El-Oued, Algérie

Abderrahim BOUDENNE

Maitre de Conférences HDR, Université Paris-Est Créteil, France

Agoudjil BOUDJEMAA

Professeur, Université Batna, Algérie

Président

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Directeur de thèse

Directeur de thèse

Table des matières

Introduction générale	1
 Chapitre I : Contexte et état de l’art des matériaux biosourcés	
I. Introduction	8
II. Problématique énergétique	8
II.1. Solutions et alternatifs.....	10
II.2. Matériaux biosourcés	11
II.2.1. Fibres végétales.....	12
II.2.2. Propriétés caractérisant les matériaux biosourcés.....	14
III. Bois de palmier dattier	16
III.1. Propriétés de bois de palmier dattier	17
III.1.1. Structure et morphologie	18
III.1.2. Propriétés thermophysiques	19
III.1.3. Propriétés mécaniques.....	20
III.1.4. Propriétés chimiques	22
III.1.5. Propriétés hydrophiliques.....	23
III.2. Composites à base de bois de palmier dattier	23
III.2.1. Fibres de palmier dattier.....	24
III.2.2. Composites à matrice polymère.....	24
III.2.3. Composites à base de gypse	26
III.2.4. Béton à base de bois de palmier dattier (DPC).....	28
C. Propriétés hygrothermique.....	31
IV. Conclusion	34

Chapitre II: Caractérisation hygrothermique du béton à base de bois de palmier dattier (DPC) à l'échelle du matériau: méthodes et matériels

I. Introduction	38
II. Comportement hygrothermique	38
II.1. Echelle du matériau.....	38
II.2. Echelle composant ou de la paroi	39
II.3. Echelle du Bâtiment	40
III. Transfert hygrothermique	40
IV. Mis en œuvre des échantillons	42
IV.1. Ciment.....	42
IV.2. Sable	42
IV.3. Eau de mélange	43
IV.4. Fibres de bois de palmier dattier	43
IV.5. Concentration massique des composants.....	44
V. Essais et mesures.....	45
V.1. Stockage d'humidité : courbe de sorption.....	45
V.2. Hystérésis	47
V.2.1. Courbe de sorption des fibres de BPD	49
V.2.2. Courbe de sorption de mortier DPC.....	50
V.3. Perméabilité.....	51
V.3.1. Approche de Künzle pour la séparation des contributions vapeur et liquide	53
V.4. Valeur du tampon hydrique.....	54
V.4.1. Capacité du tampon hydrique du DPC.....	55
VI. Conclusion	59

Chapitre III : Caractérisation hygrothermique du béton de bois de palmier dattier (DPC) à l'échelle du matériau: résultats et discussion.

I. Introduction	62
II. Isotherme de sorption	62
III. Phénomènes d'adsorption dans les fibres végétales	63
IV. Résultats et discussion	66
IV.1. Courbe isotherme de sorption des fibres de bois de palmier dattier (BPD)	66
IV.1.1. Courbe de sorption du DPC	69
IV.1.2. Effet d'hystérésis	72
IV.2. Perméabilité à la vapeur d'eau.....	76
IV.2.1. Diffusivité hydrique	77
IV.3. Valeur du tampon hydrique	78
IV.3.1. Classification de la valeur du MBV pour le DPC	78
IV.3.2. Effet de la température sur la valeur du tampon hydrique	79
V. Conclusion	84

Chapitre IV : Étude expérimentale du comportement hygrothermique à l'échelle de la paroi

I. Introduction	89
II. Passage de l'échelle matériau à l'échelle de la paroi	89
II.1. Etat de l'art du comportement hygrothermique à l'échelle de la paroi : partie expérimental	90
III. Dispositif expérimental pour la paroi en DPC	94
III.1. Caractéristique de la paroi DPC	95
III.2. Mesure et acquisition de données	96
III.3. Principe et description du dispositif expérimental	97
III.4. Scénarios de sollicitations hygrothermique de la paroi en DPC	99
IV. Sollicitations statiques.....	101
IV.1. Cycle long d'adsorption-désorption	101
IV.2. Cycle long en température	104
V. Sollicitations cycliques.....	105
V.1. Sollicitation dynamique en température à HR constant.....	105
V.2. Sollicitation dynamique en température sans contrôle de l'humidité.....	109
V.3. Sollicitation dynamique en température et en humidité	111
VI. Conclusion	114
Conclusion générale et perspectives	117
Perspectives	119