

FACULTÉ DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE L'ÉTAT
GEMBLOUX
(Belgique)

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE
LA VALORISATION ENERGETIQUE
DES RESIDUS VEGETAUX
PAR LA DENSIFICATION

Dissertation originale présentée en vue de l'obtention
du grade de Docteur en Sciences Agronomiques

par
Jacques HEBERT

- 1988 -

AVANT-PROPOS

Je tiens d'abord à exprimer mon profond respect à Monsieur le Professeur MOTTET qui, à l'aube d'une vie nouvelle, a accepté d'assumer la responsabilité de promoteur de ce travail.

Monsieur CARRE, Directeur de la Station de Technologie Forestière, n'a pas ménagé ses efforts pour m'apprendre à gérer un projet de recherche avec ses contraintes techniques et humaines. Qu'il trouve ici l'expression de ma haute considération.

Toute ma gratitude va également à Messieurs les Professeurs DAGNELIE, DELTOUR, MARTIN, RONDEUX et à Monsieur FRAIPONT, Chef de travaux, qui ont procédé à l'analyse critique et impitoyable de ce travail.

J'adresse aussi mes plus vifs remerciements à mes collaborateurs de la Station de Technologie Forestière et, en particulier à Monsieur DUBOIS, pour leur aide précieuse et leur dévouement sans défaut.

Je ne voudrais pas oublier Madame DOIGNIES-EVRARD pour le soin apporté à la dactylographie de ce document, ni Monsieur GIJS pour le talent déployé au tracé des figures.

Les membres du personnel du Centre de Calcul et d'Informatique, de la Station du Génie Rural et du Centre de Recherches Agronomiques sont assurés de ma reconnaissance pour leur grande disponibilité.

Il me reste à témoigner mon amitié à tous ceux et celles qui, simplement par leur présence ou leur aide ponctuelle, m'ont été d'un précieux soutien.

Le présent document est le fruit de recherches menées à la Station de Technologie Forestière du Ministère de l'Agriculture. Ce travail a pu être réalisé aussi grâce au soutien financier de l'Administration Générale de la Coopération au Développement, de la Communauté Economique Européenne (D.G. VIII) et des Services de Programmation de la Politique Scientifique.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - PRESENTATION GENERALE.....	1
1.1. Introduction	1
1.2. Contexte général	1
1.3. Intérêt de la densification	5
1.4. Objectifs et méthodes.....	8
CHAPITRE 2 - APERCU BIBLIOGRAPHIQUE.....	12
2.1. Introduction	12
2.2. Evolution de la technologie.....	12
2.3. Développement de la recherche	18
2.4. Conclusions	28
CHAPITRE 3 - METHODES DE QUALIFICATION DES MATIERES LIGNO- CELLULOSIQUES ET DES PRODUITS DENSIFIES	29
3.1. Introduction	29
3.2. Méthodes de qualification des matières premières	30
3.3. Méthodes de qualification des produits densifiés	41
3.4. Prescriptions techniques	49
3.5. Conclusions	51
CHAPITRE 4 - APPROCHE DE LA DENSIFICATION INDUSTRIELLE.....	53
4.1. Introduction	53
4.2. Protocole expérimental.....	54
4.3. Résultats et commentaires	55
4.4. Conclusions	60
CHAPITRE 5 - DESCRIPTION DE LA CHAINE DE DENSIFICATION	62
5.1 Introduction	62
5.2. Fractionnement.....	63
5.3. Séchage.....	65
5.4. Transport des particules.....	67
5.5. Stockage des particules	68
5.6. Presses industrielles.....	69

CHAPITRE 6 - EXPERIMENTATION: MISE EN EVIDENCE DES LOIS FONDAMENTALES.....	73
6.1. Introduction	73
6.2. Choix d'une presse et d'une matière	74
6.3. Modalité de l'expérimentation.....	75
6.4. Influence des réglages de la presse	77
6.5. Influence des caractéristiques de la matière première.....	87
6.6. Conclusions	90
CHAPITRE 7 - EXPERIMENTATION SUR PRESSE A VIS: ETUDE DES INTERACTIONS MATIERE-PROCESSUS-PRODUITS DENSIFIES	92
7.1. Introduction	92
7.2. Expérimentations menées avec les diverses matières ligno-cellulosiques....	93
7.3. Méthodes d'analyse statistique.....	94
7.4. Comparaison des caractéristiques des matières	97
7.5. Comparaison des caractéristiques de densification	101
7.6. Comparaison des caractéristiques des briquettes.....	105
7.7. Conclusions	109
CHAPITRE 8 - PRINCIPES PHYSIQUES DE LA DENSIFICATION A L'AIDE D'UNE PRESSE A VIS	111
8.1. Introduction	111
8.2. Définitions.....	111
8.3. Transport de la matière dans la vis.....	112
8.4. Evolution de la pression et de la masse volumique	118
8.5. Evolution de la température de la matière	119
CHAPITRE 9 - ASPECTS ECONOMIQUES DE LA DENSIFICATION	122
9.1. Introduction	122
9.2. Volet technique.....	122
9.3. Volet financier.....	126
9.4. Conclusions	135
CHAPITRE 10 - CONCLUSIONS ET SYNTHESE	136
10.1. Résumé de l'acquis	136
10.2. Développements futurs	137
10.3. Synthèse pratique	138
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	147
ANNEXE 1 - Liste des constructeurs de presses	
ANNEXE 2 - Description technique du matériel utilisé pour l'expérimentation	
ANNEXE 3 - Résultats expérimentaux	
ANNEXE 4 - Index des symboles	