

EFFET DES NANOPARTICULES SUR LES PROPRIETES MECANIKES ET RHÉOLOGIQUES DES COMPOSITES BOIS-POLYMÈRES

Mohamed Mokhtar HADIDANE
Ahmed Koubaa
Sébastien Migneault
Mohamed Jaziri

Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences
13/05/2014

PLAN

- ∨ Introduction
- ∨ Revue de littérature
- ∨ Objectifs et hypothèses
- ∨ Matériel et méthodes
- ∨ Résultats
- ∨ Conclusions

Introduction

Revue de
littérature

Objectifs et
hypothèses

Matériel et
méthodes

Résultats

Conclusions

q Écologique

q Économique

q Esthétique

Composite bois-polymère ?

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

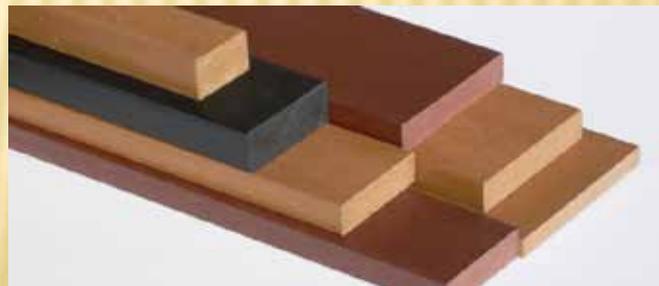
Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions



+



Mise en forme

Introduction

Revue de littérature

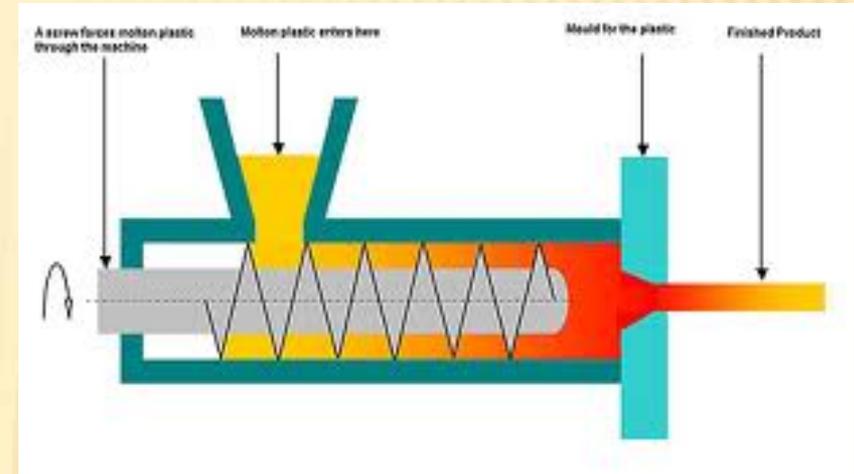
Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

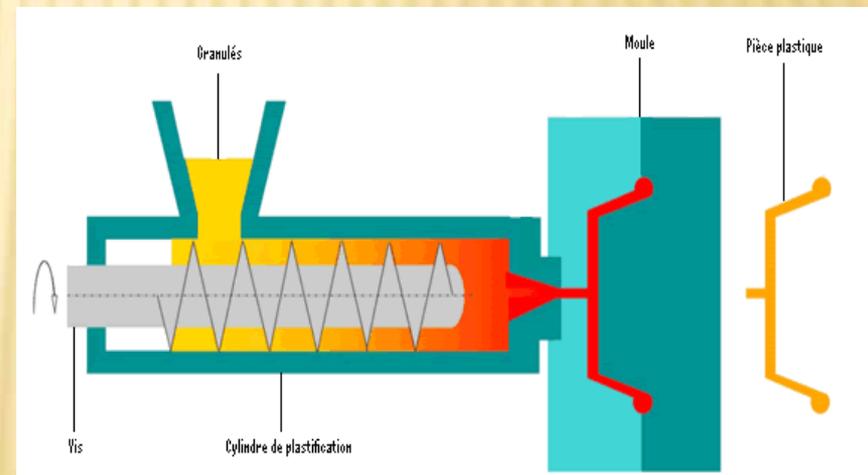
Résultats

Conclusions

○ L'extrusion



○ L'injection



Applications

Introduction

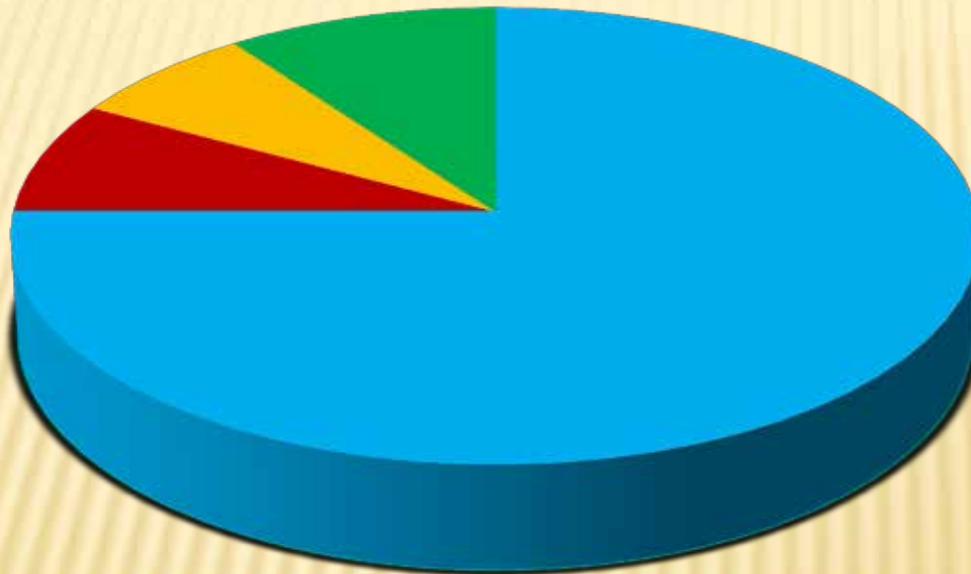
Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions



■ matériaux de construction

■ Transport

■ infrastructure ...

■ produits industriel et de consommation

Effet de la teneur en fibre

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

- ↑ Contrainte à la rupture en traction (Panaitescu et al ; 2007)
- ↑ Module de Young (Panaitescu et al ; 2007)
- ↑ Absorption d'eau (Falk et al ; 2001)
- ↑ Vulnérabilité aux champignons (Falk et al ; 2001)
- ↑ Module d'élasticité en flexion (Bouafif et al ; 2009)
- ↑ Contrainte maximale en flexion (Bouafif et al ; 2009)
- ↓ Énergie de rupture (Balatinecz et Park ; 1997)
- ↓ Allongement à la rupture (Balatinecz et Park ; 1997)

Effet des nanoparticules

Introduction

Revue de
littérature

Objectifs et
hypothèses

Matériel et
méthodes

Résultats

Conclusions

- ↑ Module de Young (Elias et al ; 2009)
- ↑ Le module élastique en flexion (Elias et al ; 2009)
- ↑ Contrainte à la rupture en traction (Kord ; 2012)
- ↓ Résistance à l'impact (Hemmasi et al ; 2010)
- ↓ Gonflement et absorption d'eau (Sheshmani et al ; 2010)

Effet de la teneur en nano-additifs

Introduction

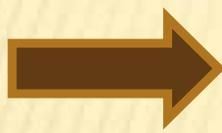
Revue de
littérature

Objectifs et
hypothèses

Matériel et
méthodes

Résultats

Conclusions



Les propriétés mécaniques et thermiques s'améliorent à l'ajout de 1% de Montmorillonite pour atteindre l'optimum à 3% puis commencent à régresser (Khanjanzadeh et al ; 2012)



Plus le taux de nanoparticules (silice) est important dans le mélange, plus celui-ci est résistant à l'humidité et plus l'absorption d'eau régresse (Deka et Maji ; 2013)

Objectifs

Introduction

Revue de
littérature

Objectifs et
hypothèses

Matériel et
méthodes

Résultats

Conclusions

L'objectif général de cette étude est de comprendre l'effet de l'incorporation des nanoparticules à savoir la garrinite, la silicate et l'alumine à différents pourcentages sur les composites bois-polymère à des teneurs variables en fibres.

Hypothèses

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

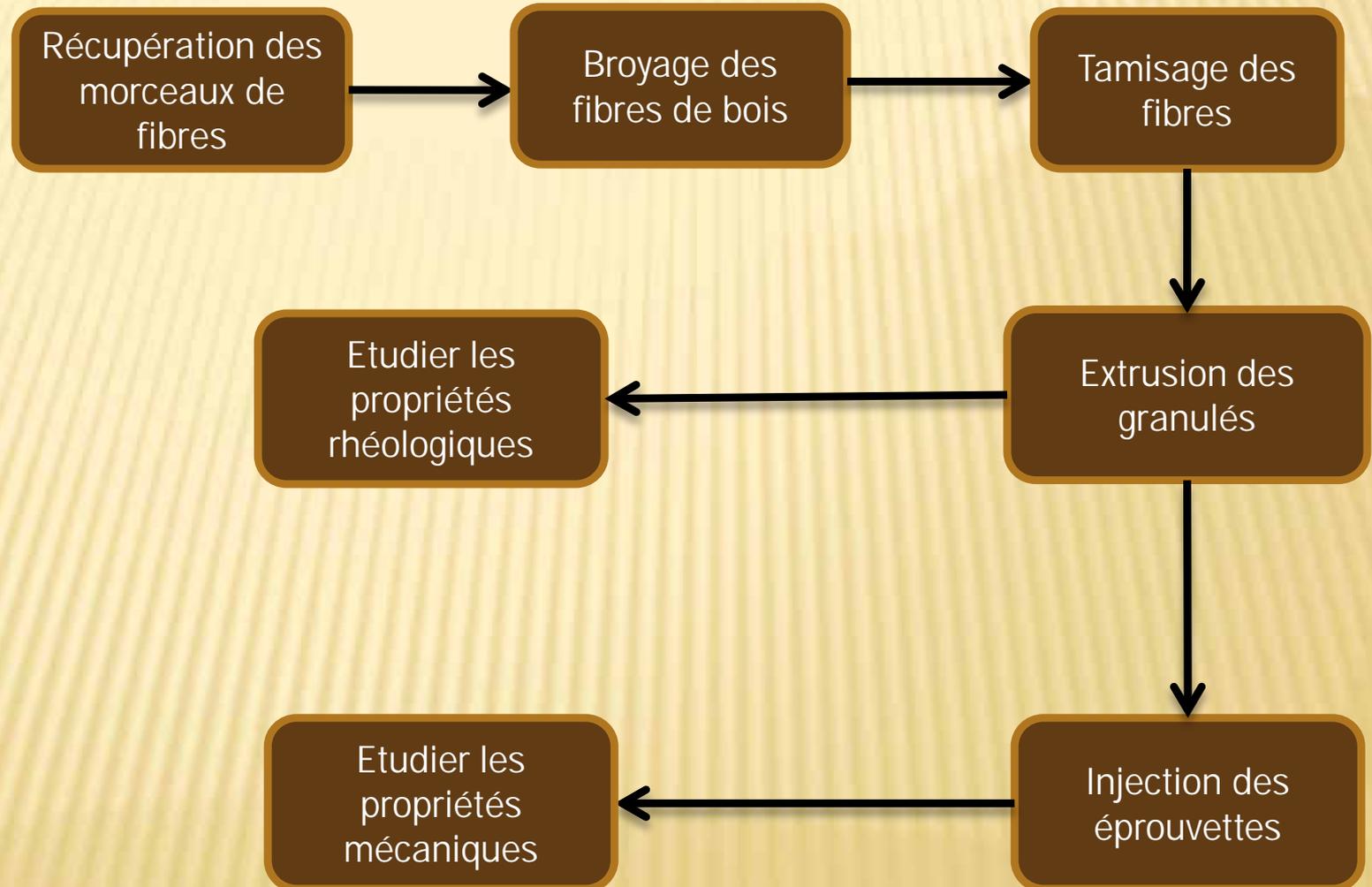
Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

- ✓ L'ajout des nanoparticules augmentera la rigidité du produit final.
- ✓ L'ajout des nanoparticules entraînera une diminution de la viscosité du mélange traduite par le décroissement de l'énergie de transformation.
- ✓ La variation de la teneur de nanoparticules aura un impact sur les propriétés mécaniques et rhéologiques.

Protocole expérimental



Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

Matières premières

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

- Polyéthylène haute densité
- Fibres de peuplier faux tremble
- Polyéthylène greffé à l'anhydride maléique
- Nanoparticules (Silicate, Alumine, Garamite)

Broyage et Tamisage des particules de bois

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions



Particule de bois

Broyage et Tamisage



Granulométrie (710µm-150µm)



Broyeur à
couteaux rotatifs
Thomas Willey



Tamiseur W . S .
TYLER

Extrusion des granulés de composites

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions



Taux de Pehd	Taux de fibres	Taux de MaPe	Taux de nano	Type de nano
76	20	3	1	Alumine
74	20	3	3	Alumine
72	20	3	5	Alumine
74	20	3	3	Silicate
64	30	3	3	Silicate
54	40	3	3	Silicate
52	40	3	5	Silicate
52	40	3	5	Alumine
52	40	3	5	Garamite

Extrudeuse bis-vis co-rotative

Tableau.1: Pourcentage de matière première dans les mélanges



Granules de CBP après extrusion

Propriétés rhéologiques (ASTM D 2538)

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

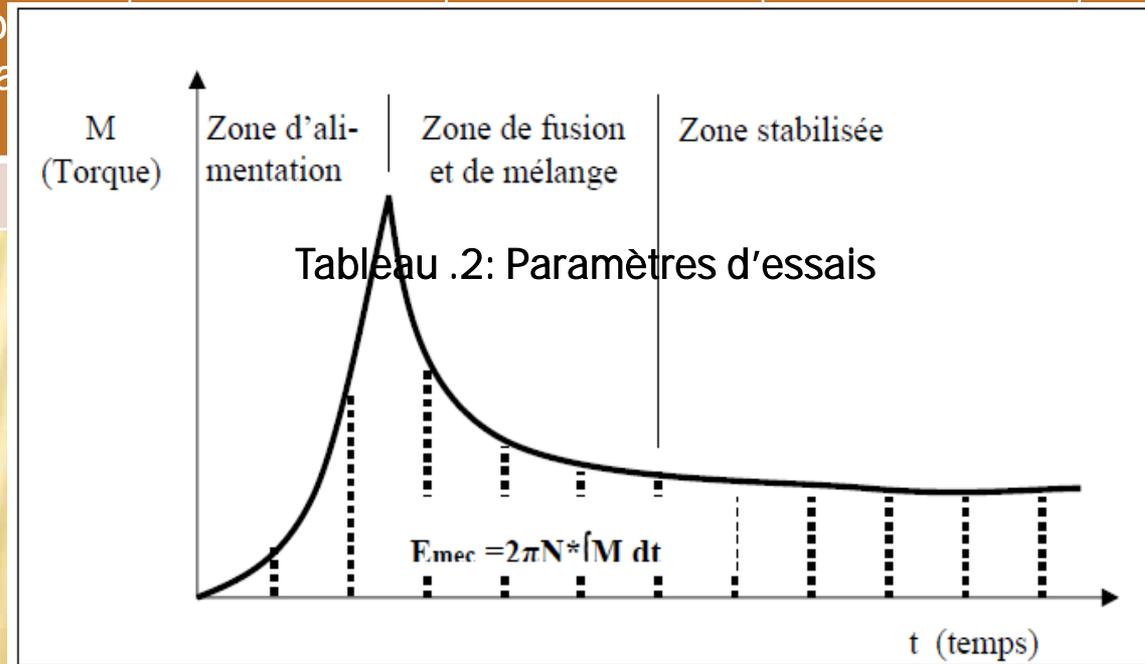
Résultats

Conclusions

- ✓ Couple à la stabilisation
- ✓ Énergie mécanique de transformation



Nombre d'essais	Paramètres d'essais	Temps de séjour (Min)
9	Tableau .2: Paramètres d'essais	15



Courbe typique du rhéomètre Haake pour le mélange WPC du Couple en fonction du temps (2006 Soucy et al.).

Propriétés Mécaniques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

✓ Ténacité selon la norme (ASTM D 256)



Résistance au choc

✓ Essai de traction selon la norme (ASTM D 638)



Module d'Young



Contrainte à la rupture en traction



Allongement à la rupture

✓ Essai de flexion selon la norme (ASTM D 790)



La contrainte maximale en flexion



Le module d'élasticité



Déformation en flexion

Effet de la teneur en fibres sur les propriétés rhéologiques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

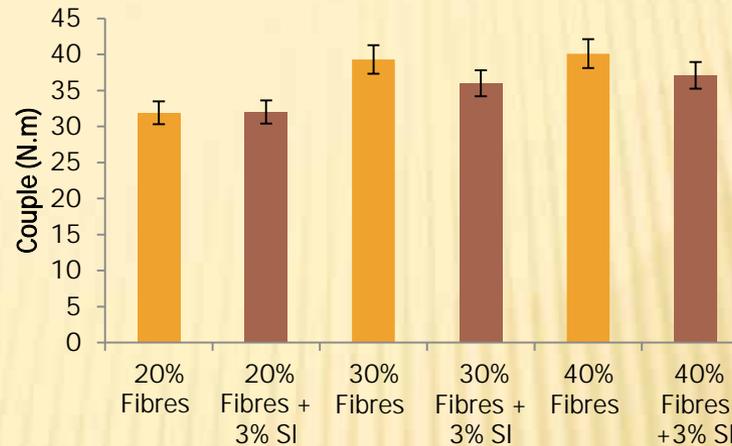


Figure 1 : Variation du couple à la stabilité pour différents mélanges à teneur en fibres variable.

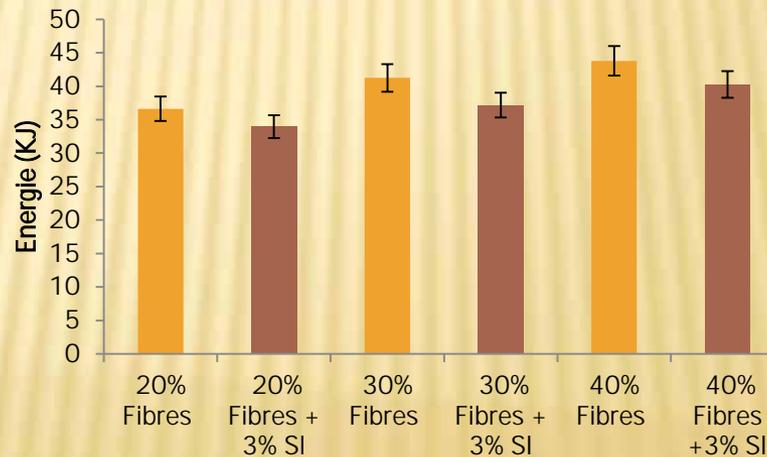


Figure 2 : Variation de l'énergie de transformation pour différents mélanges à teneur en fibres variable.

Effet du type de nanoparticules sur les propriétés rhéologiques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

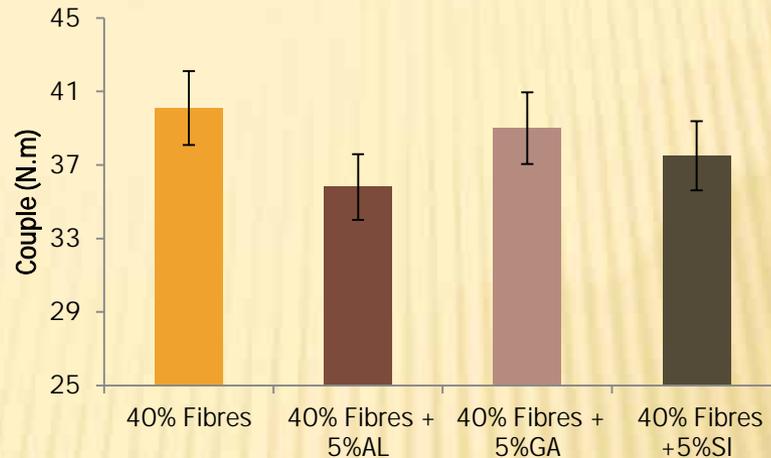


Figure 3 : Variation du couple à la stabilité pour différents mélanges à types de nanoparticules variables.

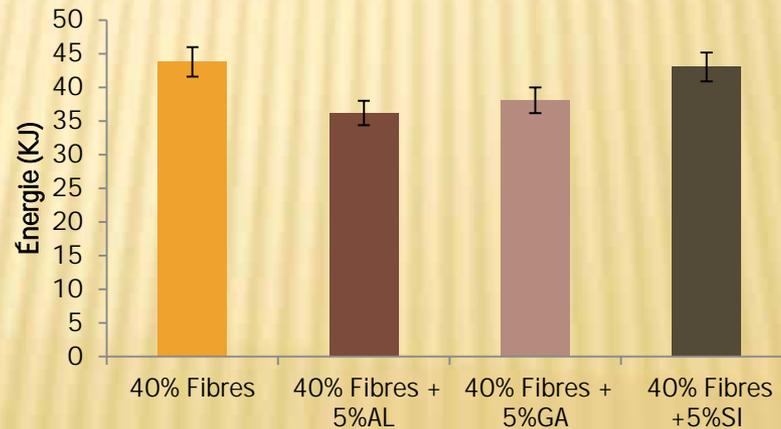


Figure 4 : Variation de l'énergie de transformation pour différents mélanges à types de nanoparticules variables.

Effet du taux de nanoparticules sur les propriétés rhéologiques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

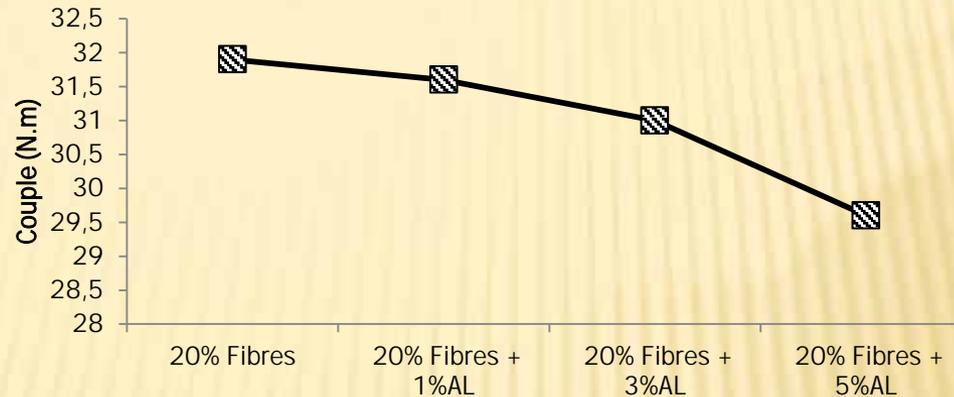


Figure 5 : Variation du couple a la stabilisation pour différents mélanges à taux de nanoparticules variables

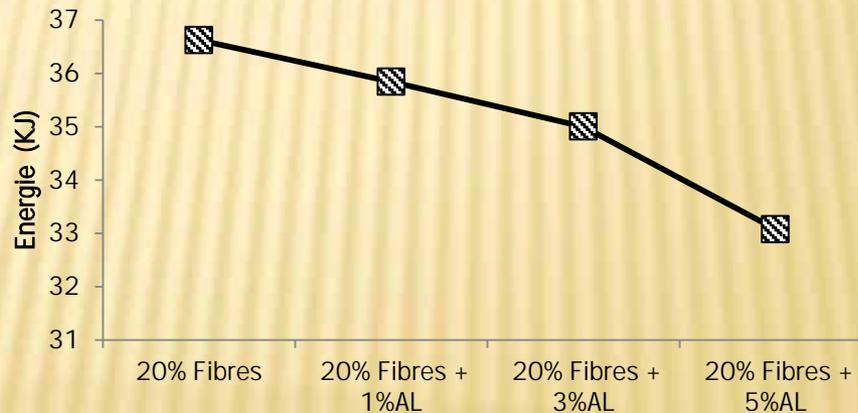


Figure 6 : Variation de l'énergie de transformation pour différents mélanges à taux de nanoparticules variables

Effet de la teneur en fibres sur les propriétés mécaniques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

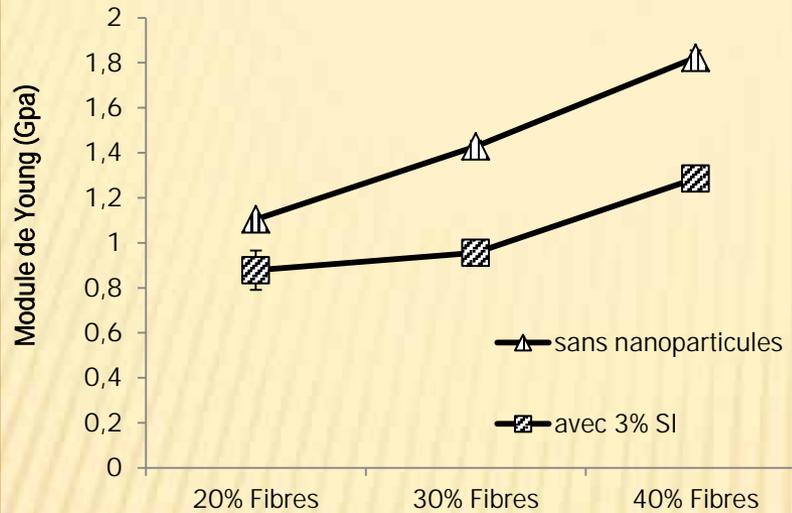


Figure 7 : Variation du module de Young pour différents mélanges à teneur en fibres variables.

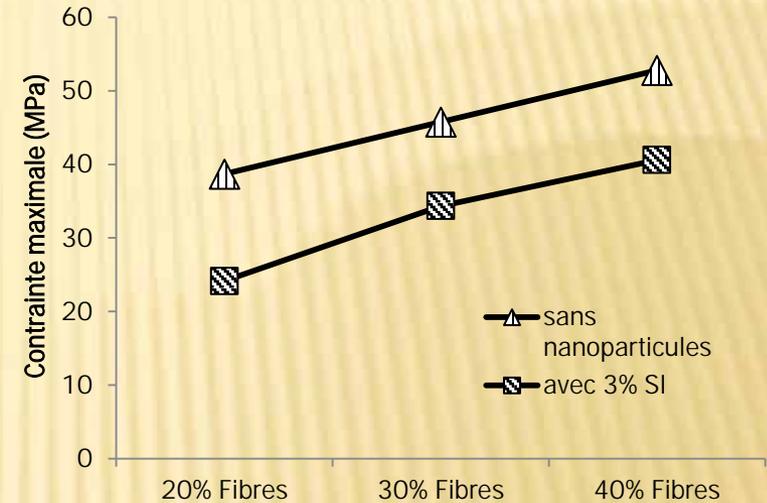


Figure 8 : Variation de la contrainte maximale pour différents mélanges à teneur en fibres variables.

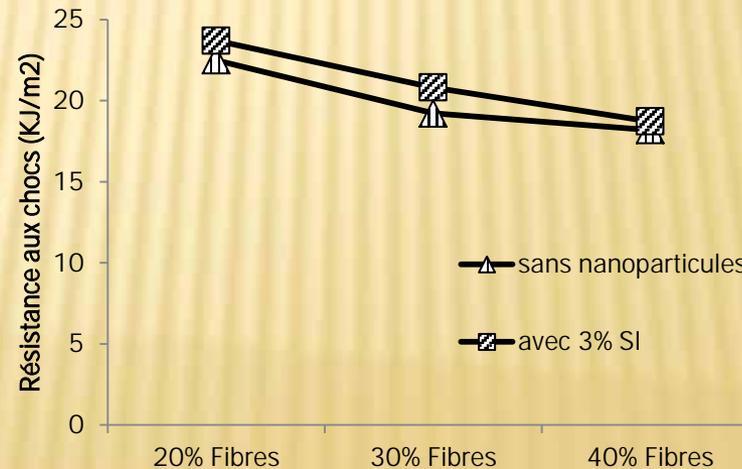


Figure 9 : Variation de la résistance aux chocs pour différents mélanges à teneur en fibres variables.

Effet du type de nanoparticule sur les propriétés mécaniques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

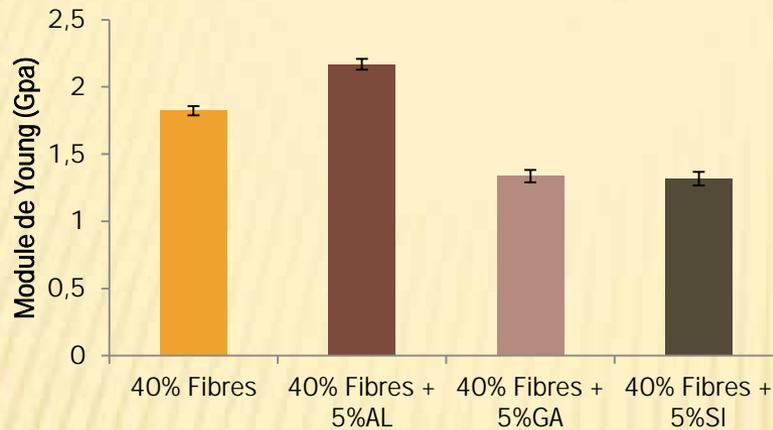


Figure 10 : Variation du module de Young pour différents mélanges à type de nanoparticules variables.

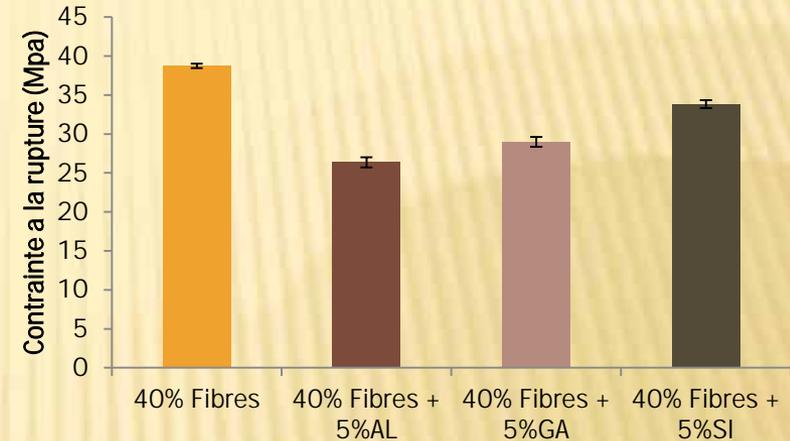


Figure 11 : Variation de la contrainte à la rupture pour différents mélanges à type de nanoparticules variables.

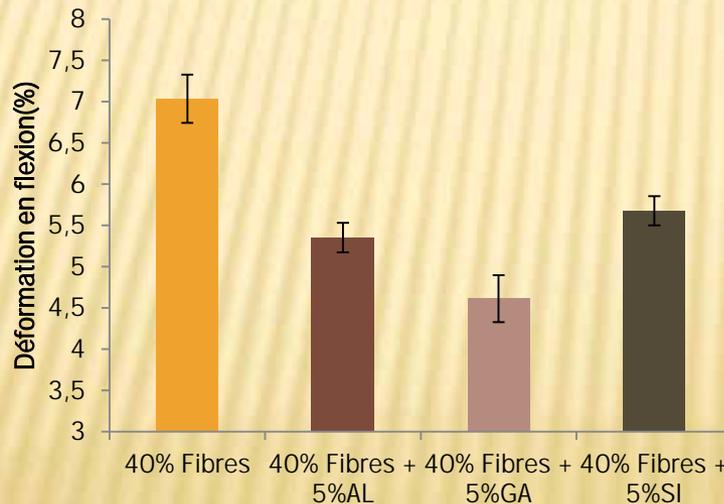


Figure 12 : Variation de la déformation en flexion pour différents mélanges à type de nanoparticules variables.

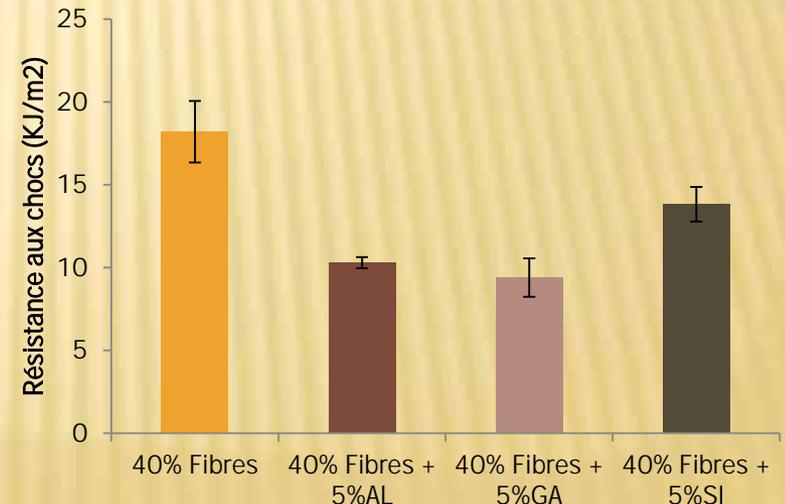


Figure 13 : Variation de la résistance aux chocs pour différents mélanges à type de nanoparticules variables.

Effet du taux de nanoparticule sur les propriétés mécaniques

Introduction

Revue de littérature

Objectifs et hypothèses

Matériel et méthodes

Résultats

Conclusions

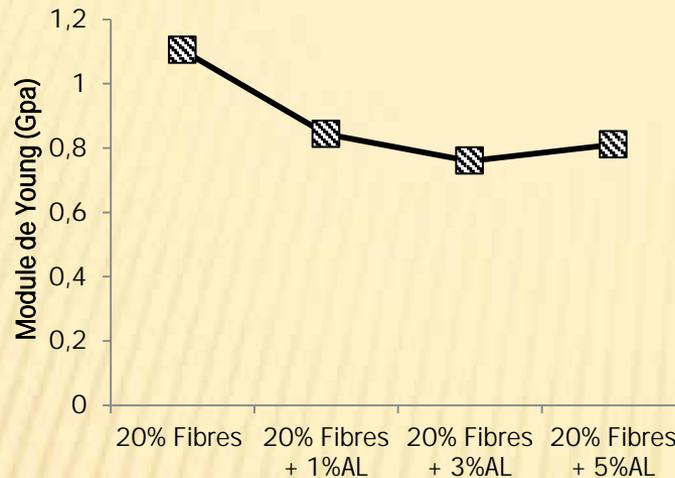


Figure 14 : Variation du module de Young pour différents mélanges à teneur en nanoparticules variables.

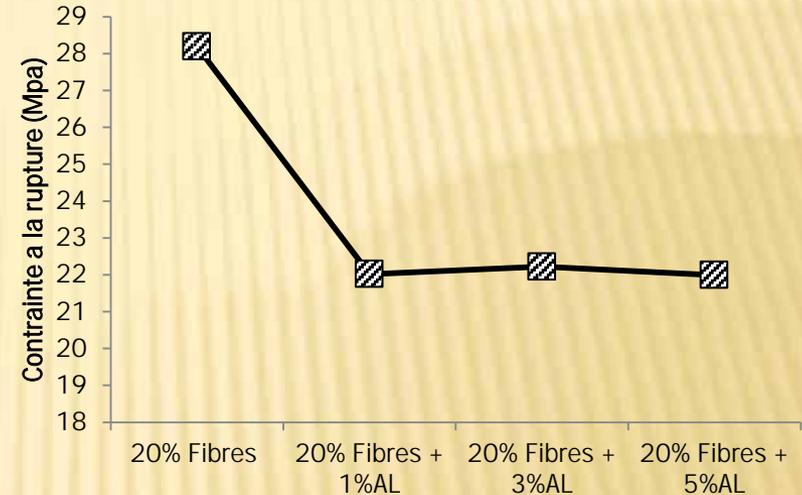


Figure 15 : Variation de la contrainte à la rupture pour différents mélanges à teneur en nanoparticules variables.

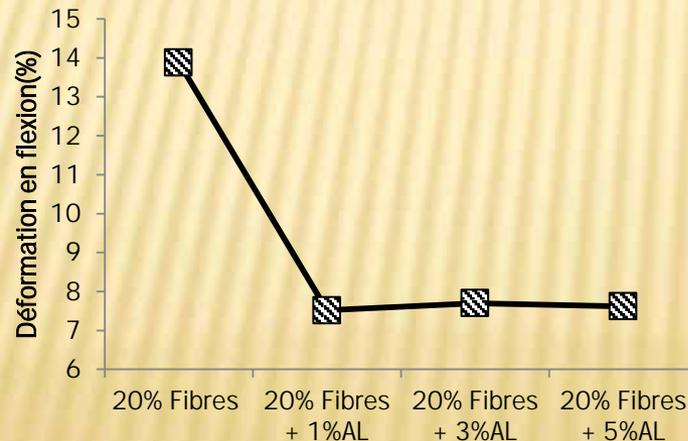


Figure 16 : Variation de la déformation en flexion pour différents mélanges à teneur en nanoparticules variables.

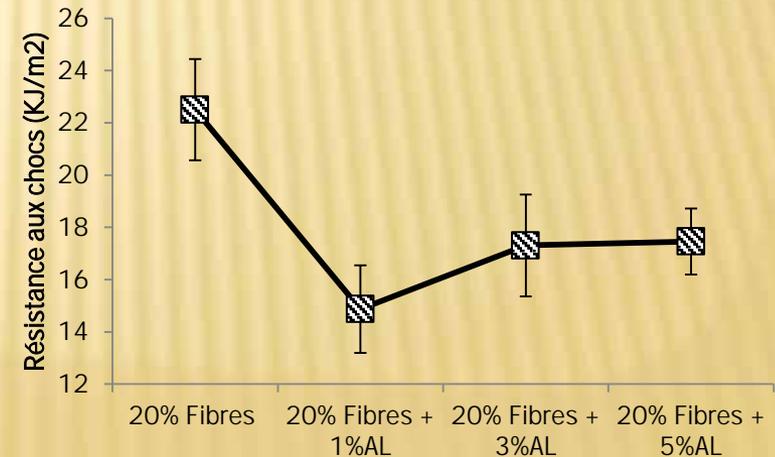


Figure 17 : Variation de la résistance aux chocs pour différents mélanges à teneur en nanoparticules variables.

- ✓ **L'ajout des fibres conduit à l'augmentation de la viscosité et rend le composite plus rigide.**
- ✓ **Les nanoparticules diminuent la viscosité et l'énergie de transformation.**
- ✓ **A part l'alumine les autres nanoparticules diminuent la rigidité du composite à 40% de fibres.**
- ✓ **L'alumine diminue la rigidité du composite à 20% de fibres.**

REMERCIEMENTS



Chaires
de recherche
du Canada

Canada
Research
Chairs

Canada



**NSERC
CRSNG**



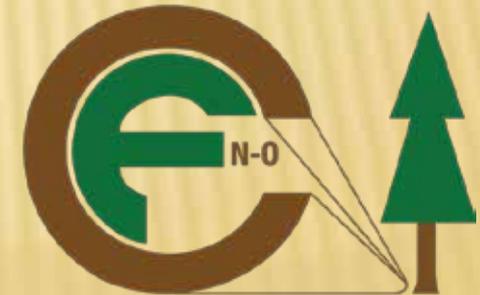
Fondation canadienne pour l'innovation
Canada Foundation for Innovation



CENTRE DE RECHERCHE
SUR LES MATÉRIAUX
RENOUVELABLES



tembec



Merci pour votre attention

