

# Valorisation de l'écorce d'épinette noire et de peuplier faux-tremble

Alain Cloutier, Pierre Blanchet, Ahmed Koubaa, Tatjana Stevanovic,  
Papa Niokhor Diouf, Martin-Claude Ngueho-Yemele,  
Patrice Soulounganga, Aziza Lizdaoui

*Forum de transfert sur la forêt boréale et son écologie  
Saguenay, 8 avril 2008*



UNIVERSITÉ  
LAVAL

Faculté de foresterie et de géomatique



Centre de  
recherche  
sur le bois

## Partenaires

- Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies
- Fonds de la recherche forestière du Saguenay – Lac-Saint-Jean
- Produits forestiers Arbec inc., L'Ascension
- Louisiana-Pacific OSB Chambord
- Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
- FPInnovations – Division Forintek
- Washington State University

# Objectifs et structure du projet

- Axe 1: Caractérisation des extractibles des écorces d'épinette noire et de peuplier faux-tremble
- Axe 2 :Fabrication de panneaux de particules à base d'écorce d'épinette noire et de peuplier faux-tremble
- Axe 3 :Fabrication de composites écorce-plastique

## Mise en contexte

- Québec : 3,5 millions de tma d'écorce /année (MRNF 2007);
- La quasi-totalité des écorces servent à la production d'énergie calorifique et électrique;
- Valorisation de l'écorce dans la production des produits à haute valeur ajoutée (extraits d'écorce, panneaux de particules et composites à base d'écorce).

## Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

### **La biomasse forestière : Une source naturelle de produits nutraceutiques, cosmétiques et pharmaceutiques**

- La biomasse forestière demeure une source importante de nouveaux produits pharmaceutiques et de produits naturels de santé.
- Elle constitue l'une des meilleures réserves de nouvelles molécules bioactives.
- Plus de 25% des médicaments actuels sont constitués des produits naturels et 25% proviennent d'hémisynthèse.

# Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

## Matériels et méthodes : Peuplier faux-tremble

### ❑ Extraction à l'eau chaude

- Extrait brut, CHWE

### ❑ Fractionnement de l'extrait brut par extraction liquide-liquide

- 4 fractions : terbutyl méthyl éther (TBME), acétate d'éthyle (EtOAc), butanol (BuOH) et phase aqueuse résiduelle (H<sub>2</sub>O)

### ❑ Analyses chimiques

- Teneur en phénols par la réaction de Folin, teneur en flavonoïdes par la complexation avec Al<sup>3+</sup> et teneur en flavanols par l'essai à la vanilline

### ❑ Évaluation des propriétés antioxydantes par des méthodes *in vitro*

- Réaction avec le radical libre DPPH, réduction du Mo(VI), inhibition de l'oxydation de l'huile de canola

# Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

## Matériels et méthodes : Épinette noire

- ❑ **Extraction à l'eau chaude**
  - Extrait brut, HWE
- ❑ **Isolation des proanthocyanidines (PAs)**
  - 2 fractions riches en PAs : fraction contenant les PAs oligomères (OWP) et fraction contenant les PAs polymères (WP)
- ❑ **Analyses chimiques**
  - Teneur en phénols par la réaction de Folin, en PAs par oxydation en milieu HCl-butanol, caractérisation structurale par thiolysse couplée à HPLC-DAD et par  $^{13}\text{C}$  RMN en phase liquide
- ❑ **Évaluation des propriétés antioxydantes par des méthodes in vitro**
  - Réaction avec le radical libre DPPH
- ❑ **Évaluation de la cytotoxicité à l'aide d'un colorant métabolique (AlamarBlue).**
- ❑ **Évaluation de l'activité anti-inflammatoire par l'inhibition de la production de monoxyde d'azote (NO)**

# Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

## Résultats – Peuplier faux-tremble

	Rendement <sup>a</sup>	Phénols totaux <sup>b</sup>	Flavonoïdes totaux <sup>c</sup>	Flavanols totaux <sup>d</sup>
Brut	140.1	113.50 ± 6.07	11.53 ± 0.16	10.15 ± 0.38
TBME	<b>15.3</b>	<b>217.96 ± 7.57</b>	<b>12.48 ± 0.20</b>	<b>18.30 ± 0.49</b>
EtOAc	20.1	159.86 ± 6.90	9.27 ± 0.01	9.72 ± 0.13
BuOH	28.3	139.05 ± 5.37	9.99 ± 0.14	9.05 ± 0.30
H2O	<b>76.3</b>	<b>21.10 ± 0.21</b>	<b>9.89 ± 0.02</b>	<b>5.19 ± 0.05</b>

<sup>a</sup> Teneur exprimée en milligramme par gramme d'écorce sèche.

<sup>b</sup> Phénols totaux exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec.

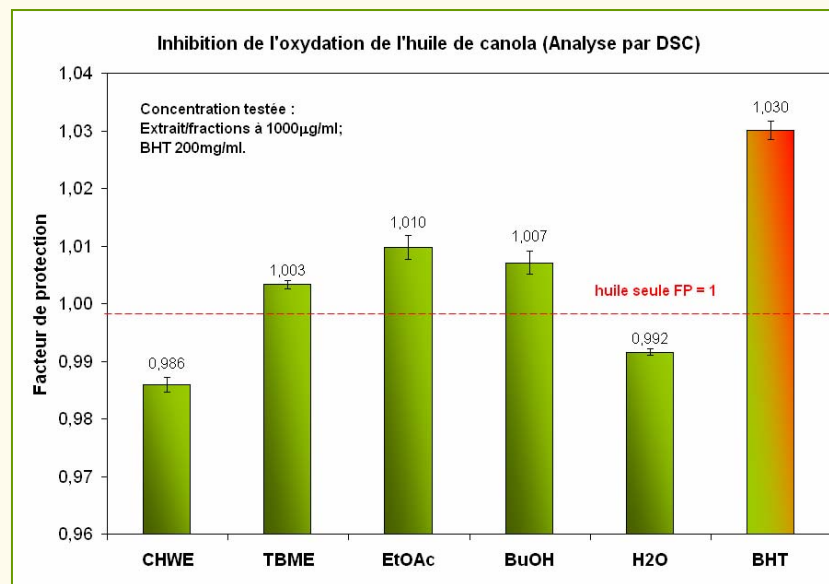
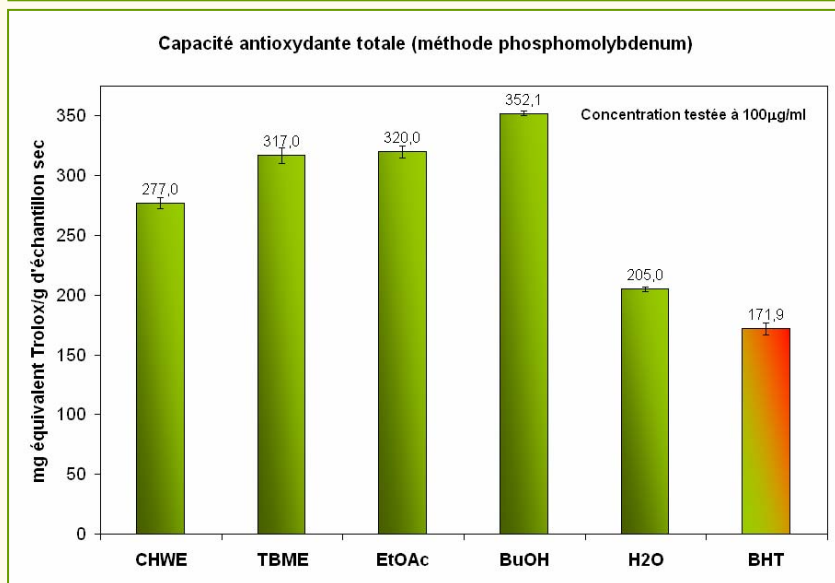
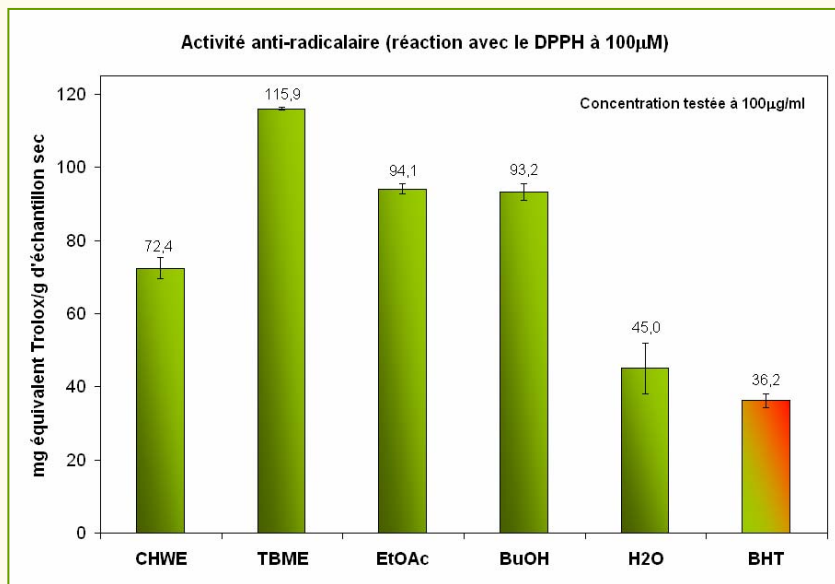
<sup>c</sup> Flavonoïdes totaux exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme d'extrait sec.

<sup>d</sup> Flavanols totaux exprimés en milligramme équivalent de catéchine par gramme d'extrait sec.

- La quantité d'extractibles augmente avec la polarité du solvant d'extraction.
- Les polyphénols contenus dans l'extrait à l'eau chaude de l'écorce de peuplier faux tremble contiennent essentiellement de composés autre que les flavonoïdes → phénols glycosides et sucres.

# Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

## Résultats – Peuplier faux-tremble



# Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

## Résultats – Épinette noire

	Teneur en polyphénols totaux	Teneur en proanthocyanidines	Degré moyen de polymérisation
Brut (~ 10%)	261,4 ± 2,0	290,0 ± 4,1	6,0
Fraction Oligomères	<b>574,5 ± 1,3</b>	147,8 ± 2,4	3,3
Fraction Polymères	262, 8 ± 3,9	<b>607,9 ± 6,0</b>	7,6
PAs purifiés	-	-	10,0

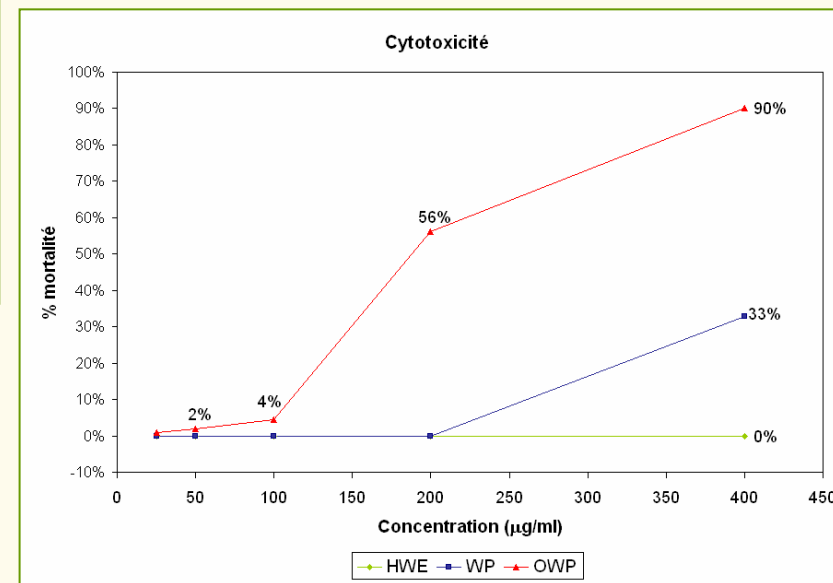
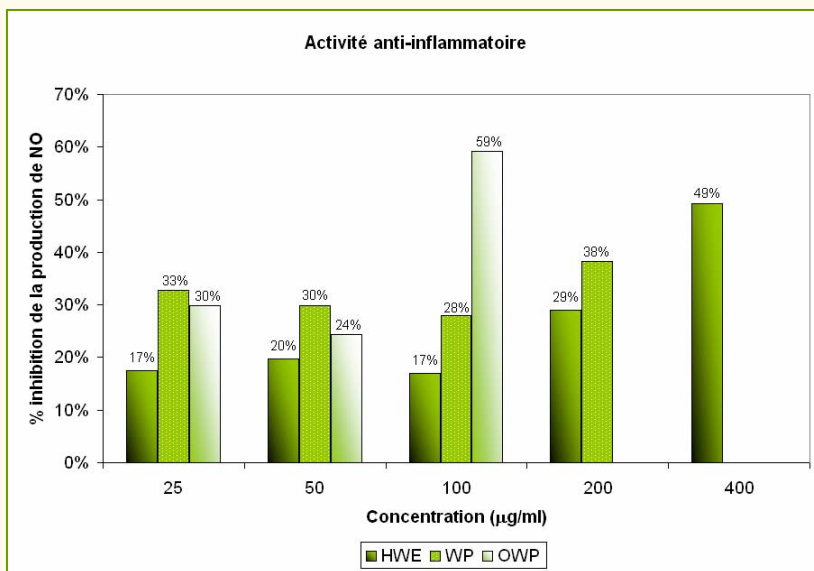
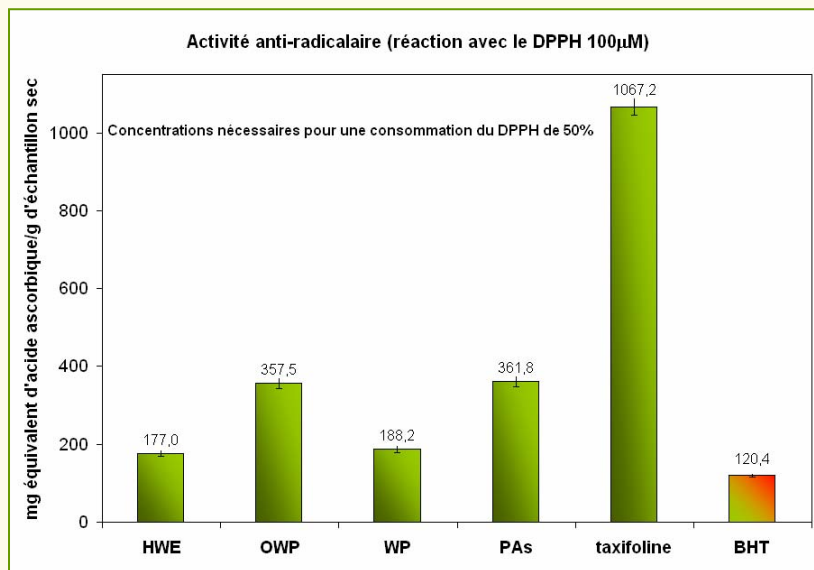
<sup>a</sup> Polyphénols totaux exprimés en milligramme équivalent de catéchine par gramme d'extrait sec.

<sup>b</sup> Teneur en proanthocyanidines exprimés en milligramme équivalent de catéchine par gramme d'extrait sec.

- ❑ Quantité intéressante de taxifoline dans la fraction oligomères OWP (43,3 mg/g) reconnue pour ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires. Largement utilisée dans la formulation de produits agro-alimentaires et de produit de beauté comme agent préservation fortement efficace.
- ❑ Proanthocyanidines de type procyanidine dont l'unité de base est essentiellement la catéchine/épicatéchine identiques à ceux du pin maritime français qui sont déjà commercialisés sous le nom de Pycnogenol.

# Axe 1. Caractérisation des extraits d'écorce

## Résultats – Épinette noire



# Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

## Matériel et méthodes

### Préparation du matériel

#### ❑ Extraction, séchage, fragmentation, tamisage, entreposage



#### ❑ Proportion d'écorce dans les panneaux

- 50 et 100% ;
- Même proportion d'écorce en couches couvrantes et médianes

#### ❑ Géométrie des particules

- Couches couvrantes : 0,2-1,5 mm
- Couches médianes : fines (1,5-2,6 mm), moyennes (2,6-5,0 mm), grossières (5,0-7,0 mm)

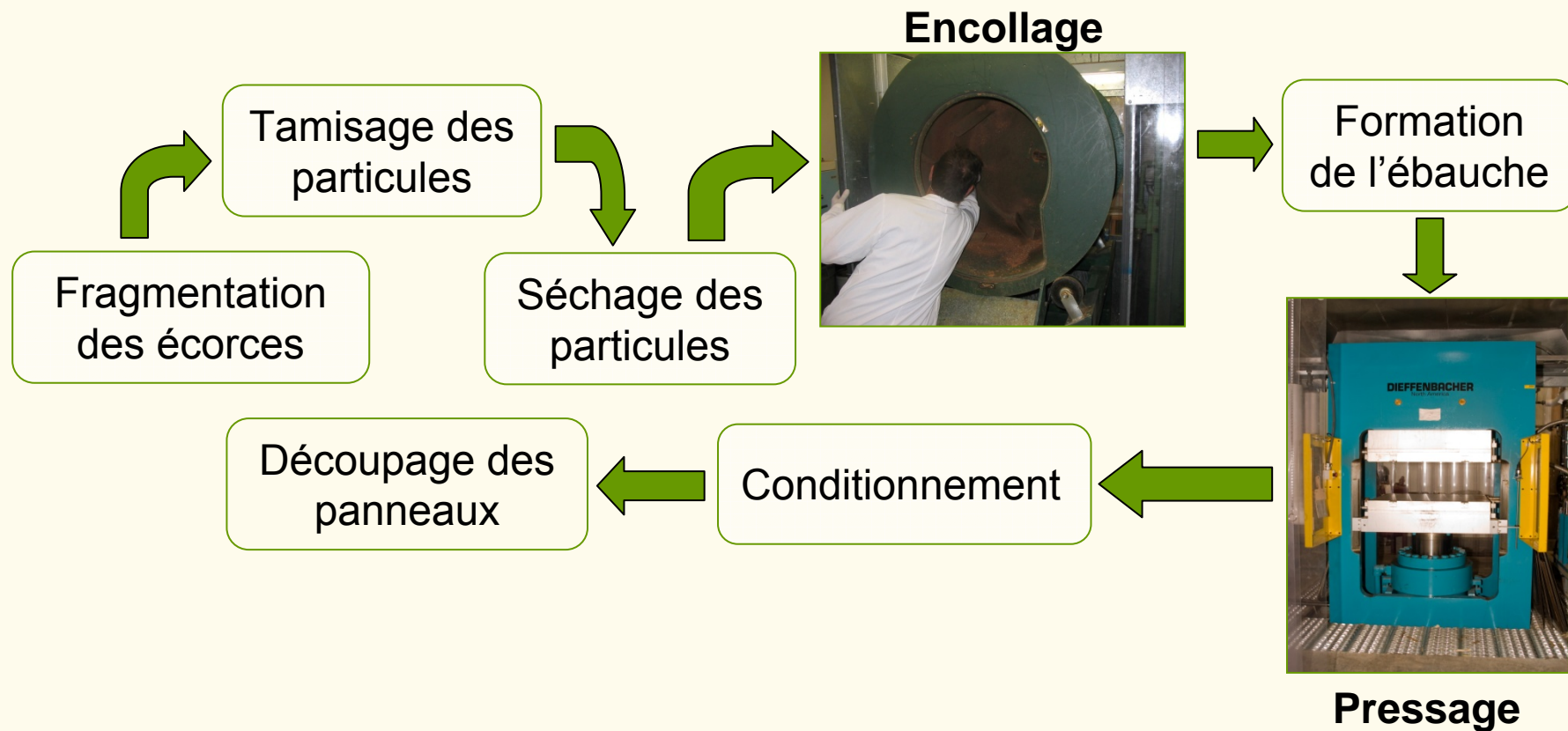
#### ❑ Extraction

- 3h à l'eau chaude et à 100°C

# Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

## Matériel et méthodes

### Fabrication des panneaux de particules d'écorce



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Matériel et méthodes

#### Propriétés déterminées

- ❑ Panneaux conditionnés à 20°C et à 65% d'HR pendant une semaine
- ❑ MOE, MOR, CI, DJ, GE, DL (*selon la norme ANSI A. 208.1-1999*)
- ❑ Propriétés spécifiques pour fin d'analyses statistiques (afin de tenir compte de **la variation de la masse volumique des panneaux**)

$$\text{ex : } MOE_{\text{spec}} = MOE / \text{masse volumique de l'échantillon}$$

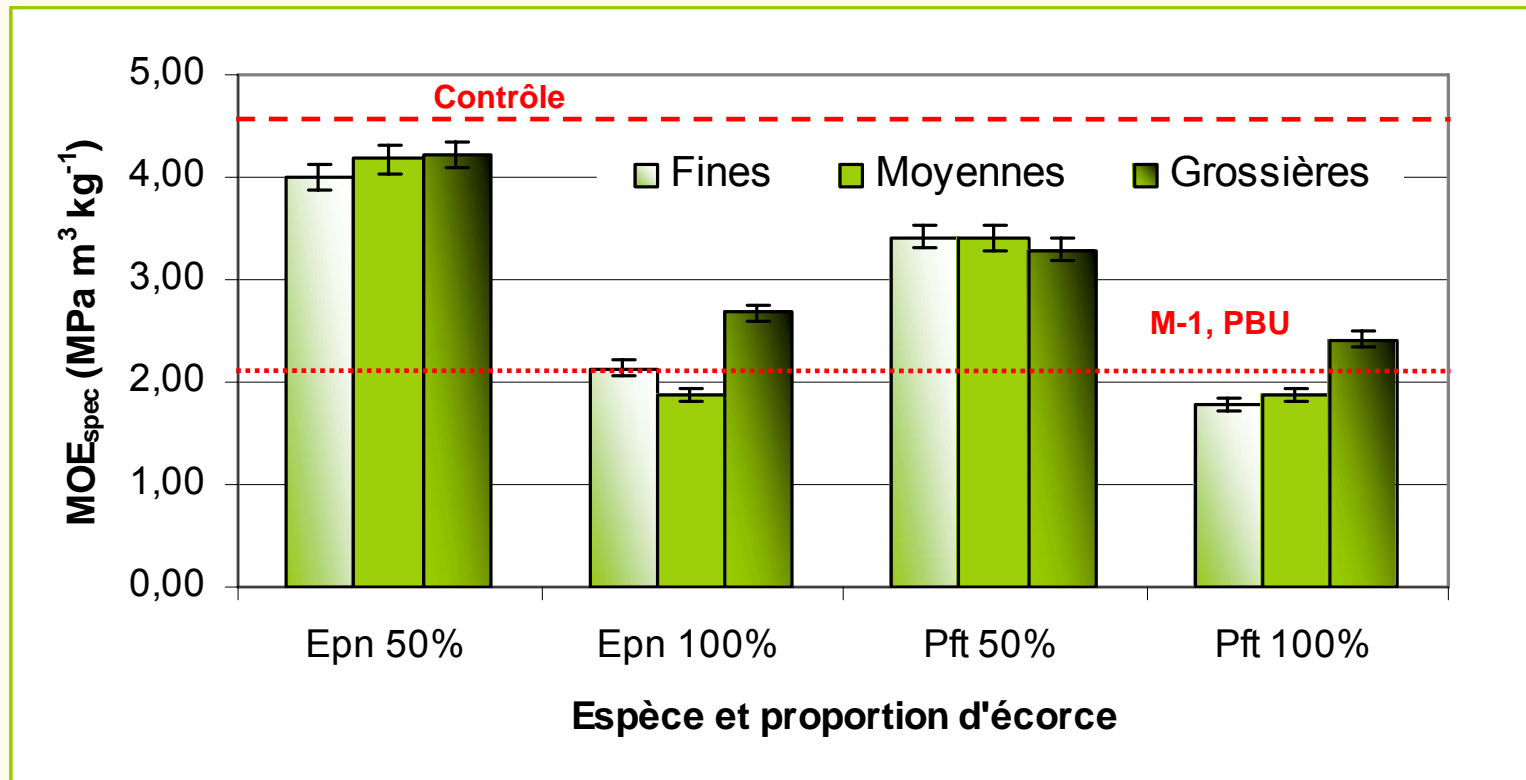
#### Analyse des résultats

- ❑ 12 traitements + témoin, 3 répétitions
- ❑ ANOVA (logiciel SAS)
- ❑ Contrastes
- ❑ Comparaisons de Scott-Knott

## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

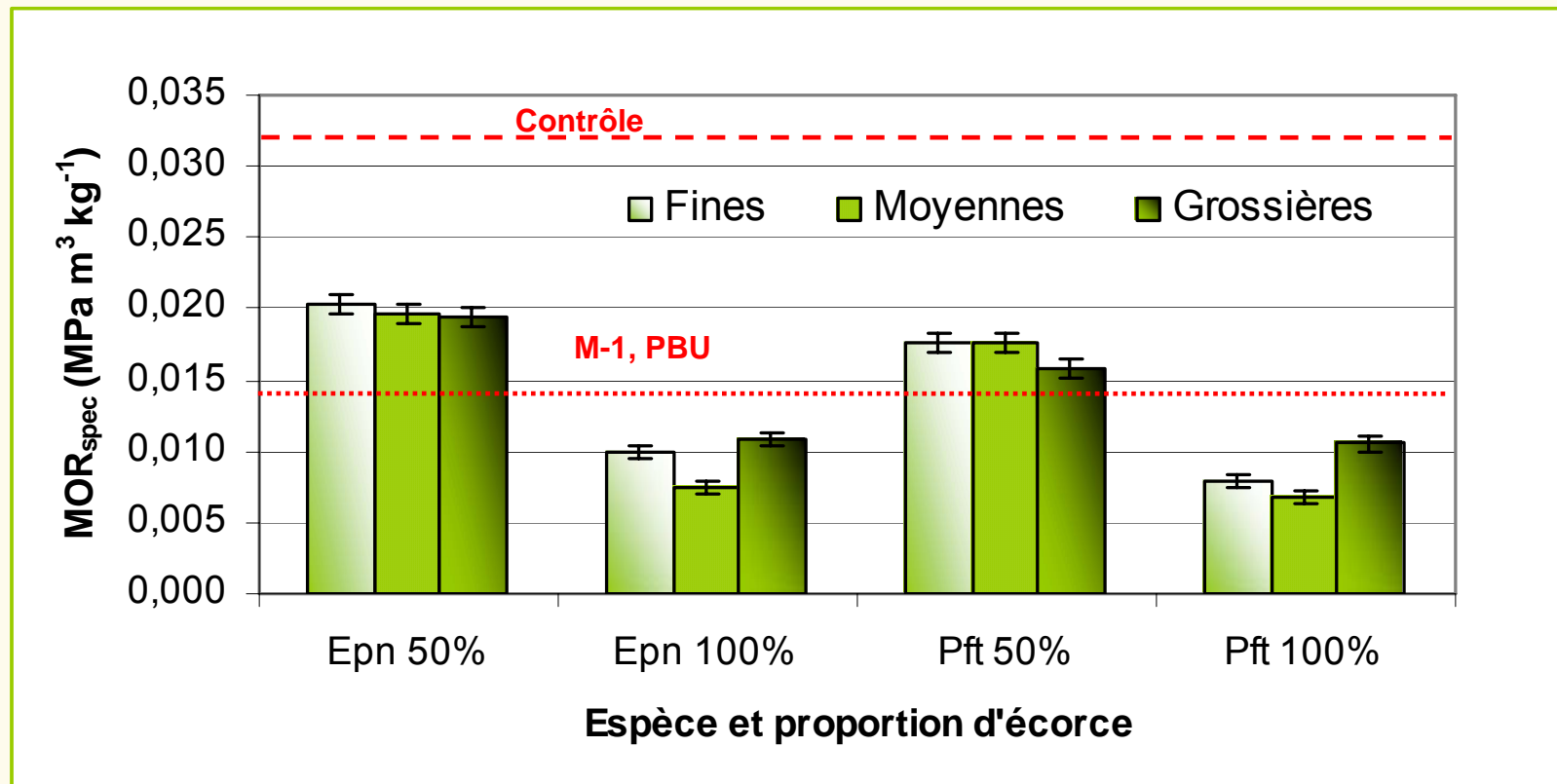
Effet de la proportion d'écorce et de la géométrie des particules sur le module d'élasticité spécifique



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

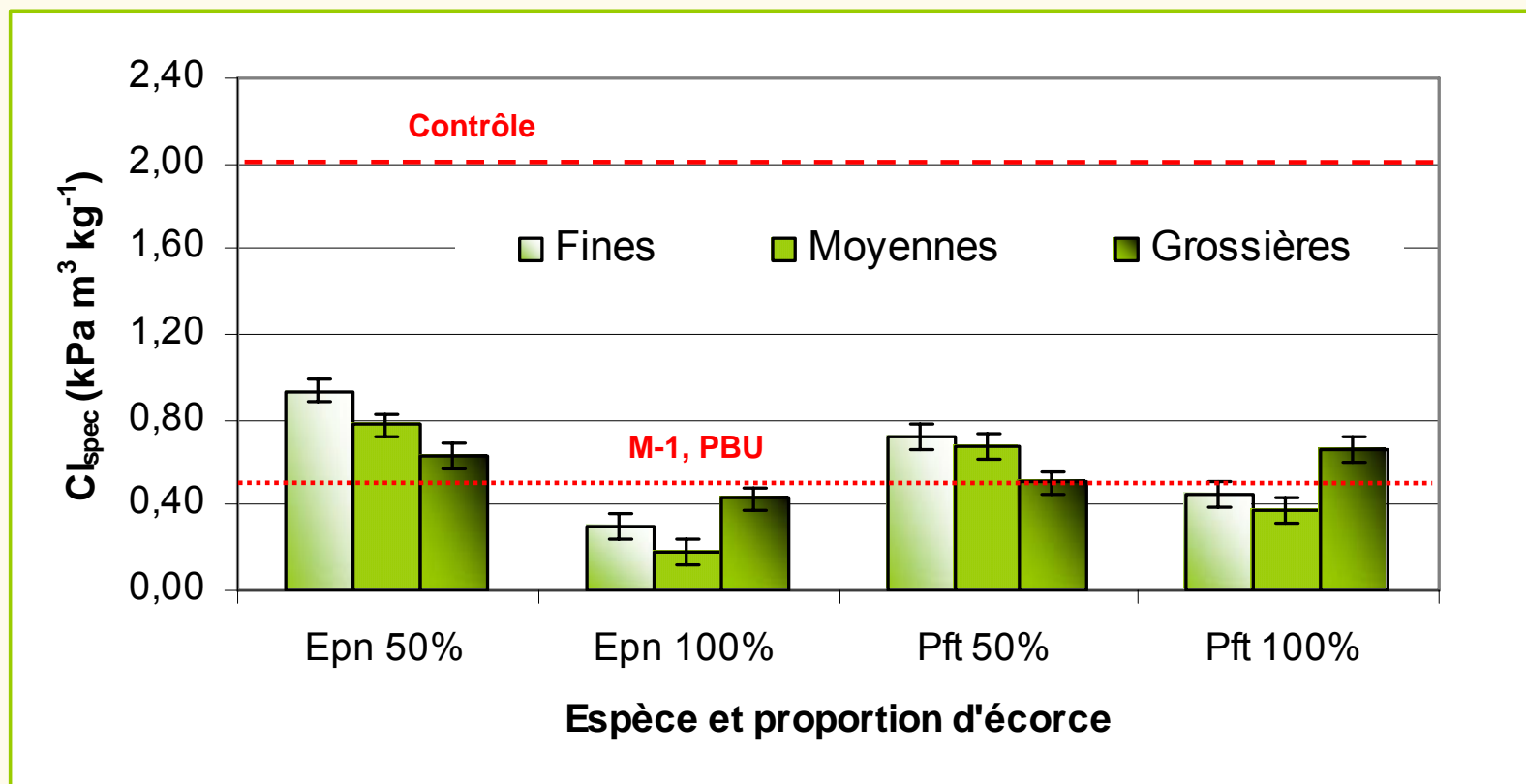
Effet de la proportion d'écorce et de la géométrie des particules sur le module de rupture spécifique



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

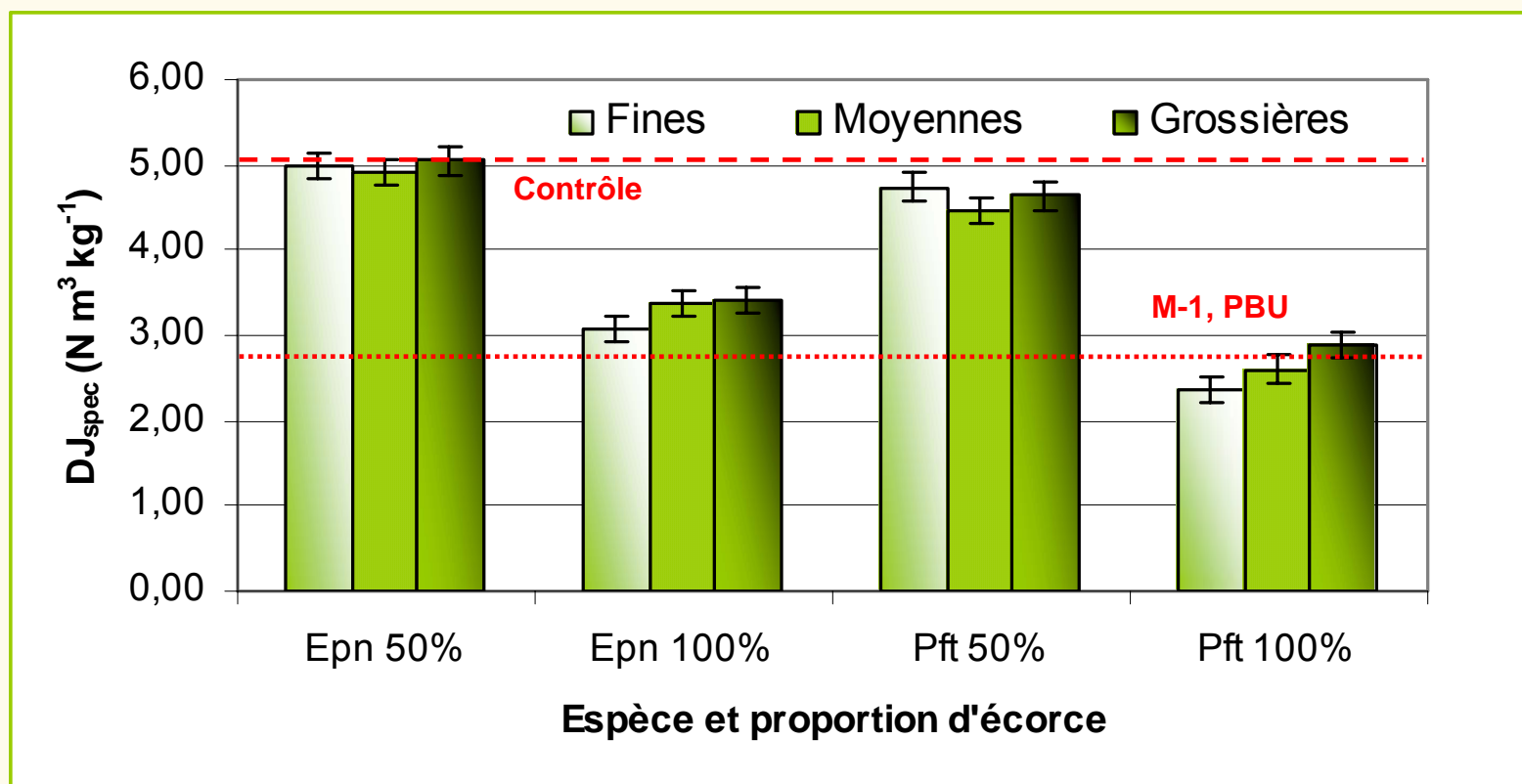
Effet de la proportion d'écorce et de la géométrie des particules sur la cohésion interne spécifique



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

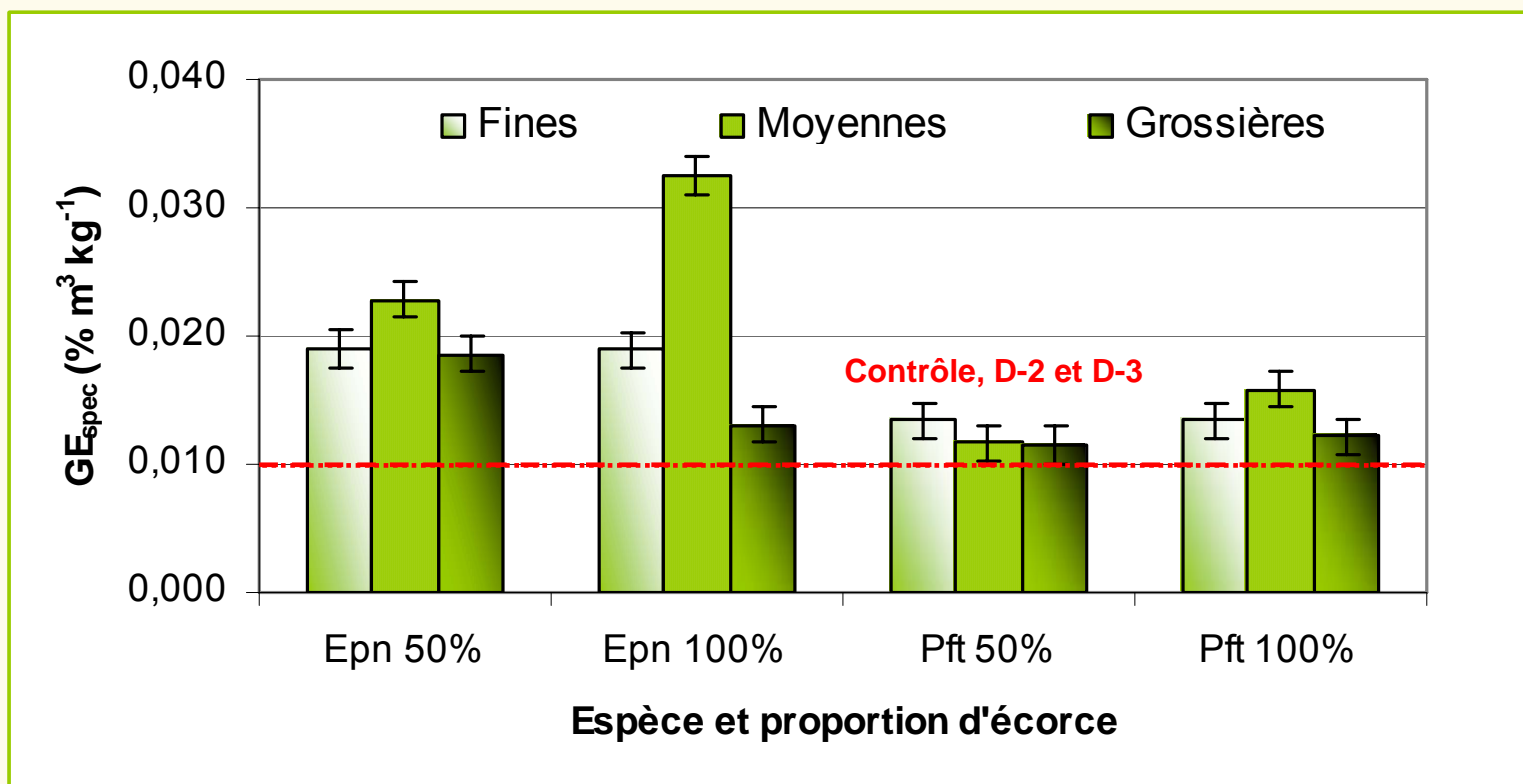
Effet de la proportion d'écorce et de la géométrie des particules sur la dureté Janka spécifique



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

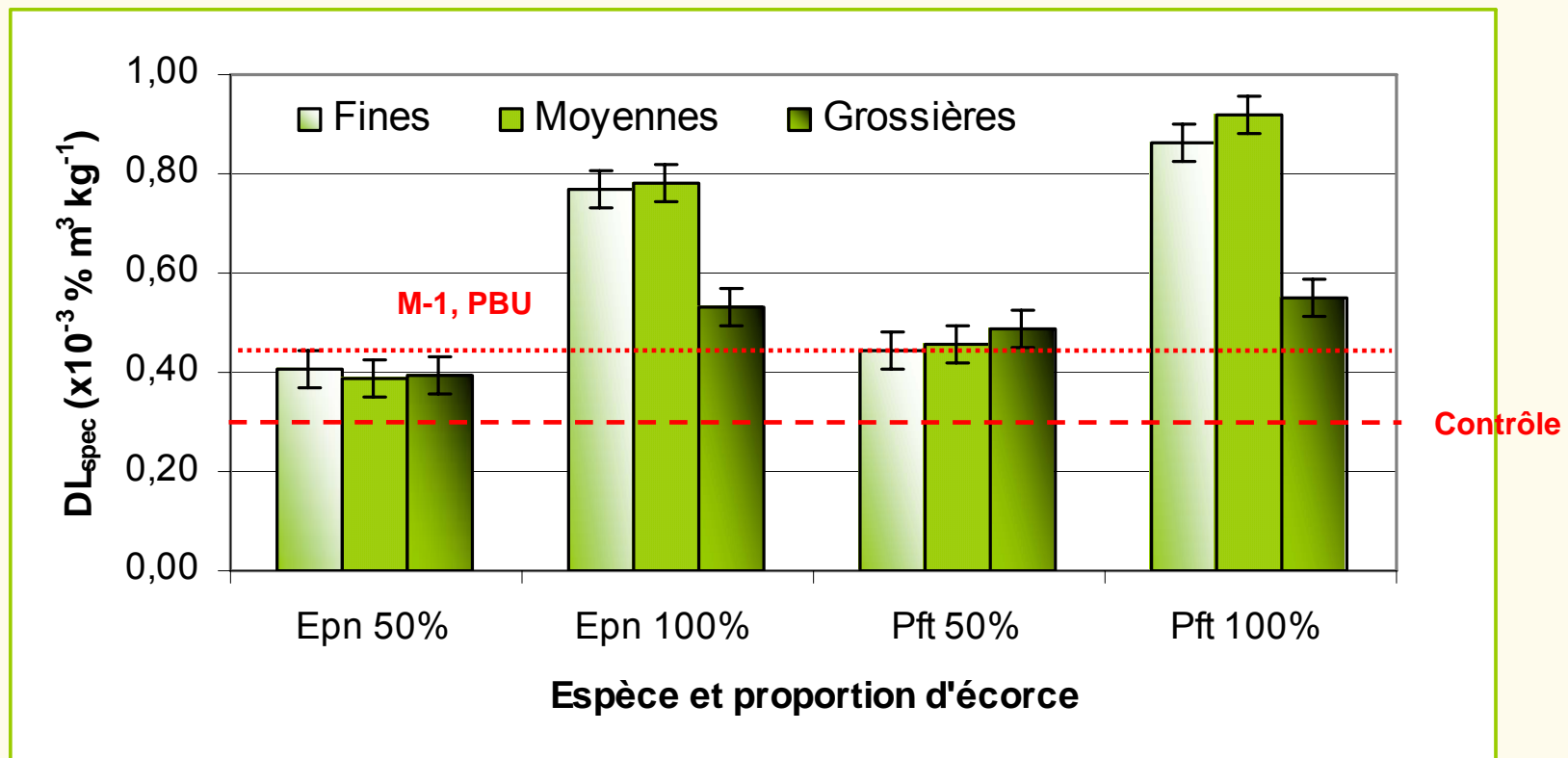
Effet de la proportion d'écorce et de la géométrie des particules sur le gonflement en épaisseur spécifique



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

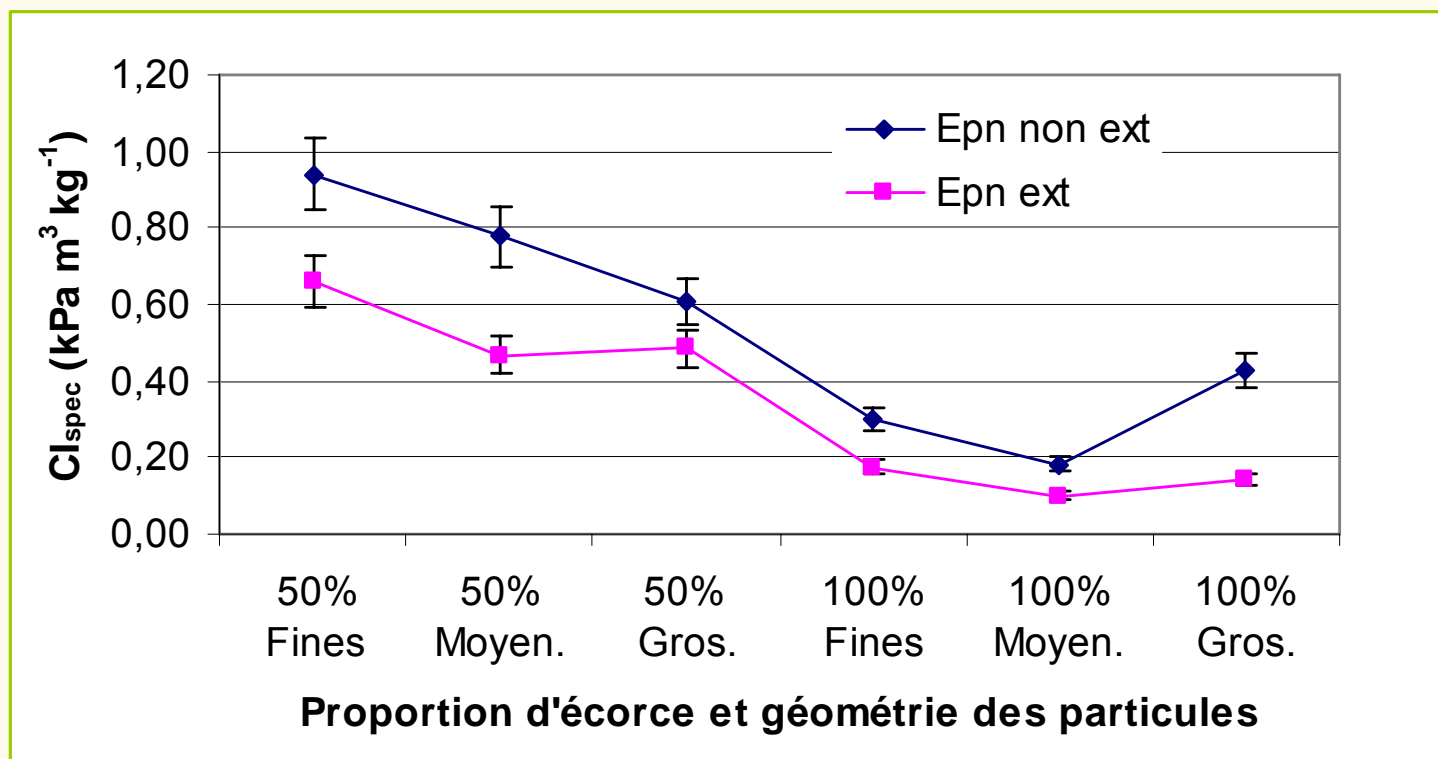
Effet de la proportion d'écorce et de la géométrie des particules sur la dilatation linéaire spécifique



## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

### Résultats

Effet du traitement à l'eau chaude sur la CI des panneaux d'écorce d'épinette noire

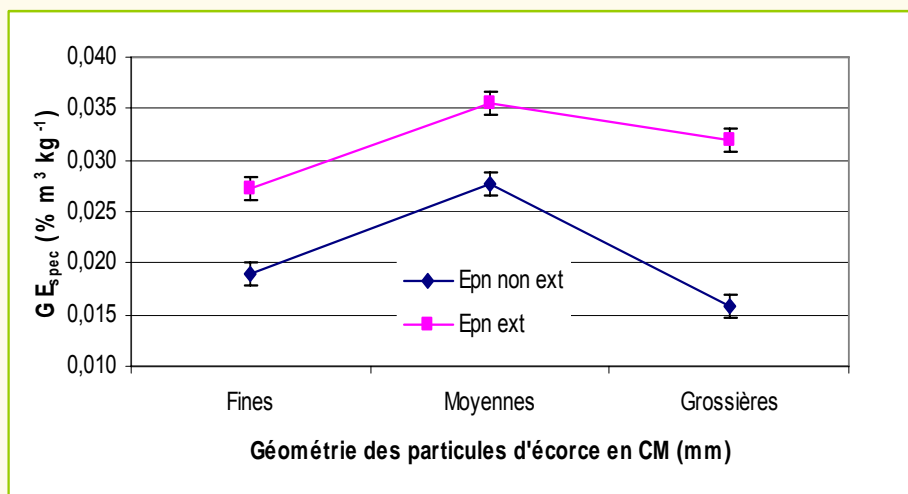


## Axe 2. Panneaux de particules à base d'écorce

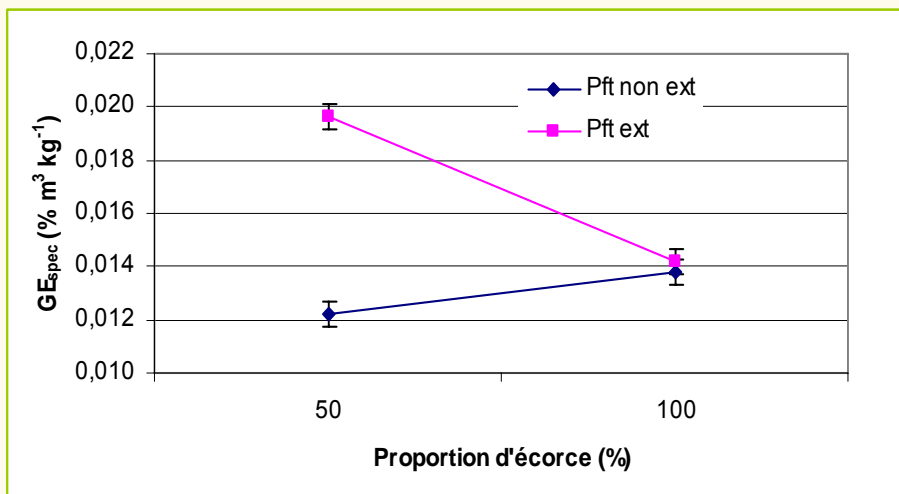
### Résultats

Effet du traitement à l'eau chaude sur le GE des panneaux d'écorce

Épinette noire



Peuplier faux-tremble



# Axe 3. Composites écorce-plastique

## Matériel et méthodes

- ❑ Fibres d'écorce d'épinette noire et de peuplier faux-tremble
  - Taille : fine (0,18-0,25 mm), moyenne (0,25-0,50 mm), grossière (0,50-1,00 mm)
  - Proportion de renfort (fibres d'écorce) : 50 et 60%
- ❑ Polyéthylène à haute densité (HDPE)
- ❑ Extrudeuse double-vis (WSU)
- ❑ 36 d'écorce plastique et 3 de farine de bois pour le contrôle
- ❑ Rabotage, préparation et conditionnement des échantillons
- ❑ Propriétés mécaniques (en flexion et en traction) déterminées (Normes ASTM D 638 et D 790)

Extrudeuse double-vis



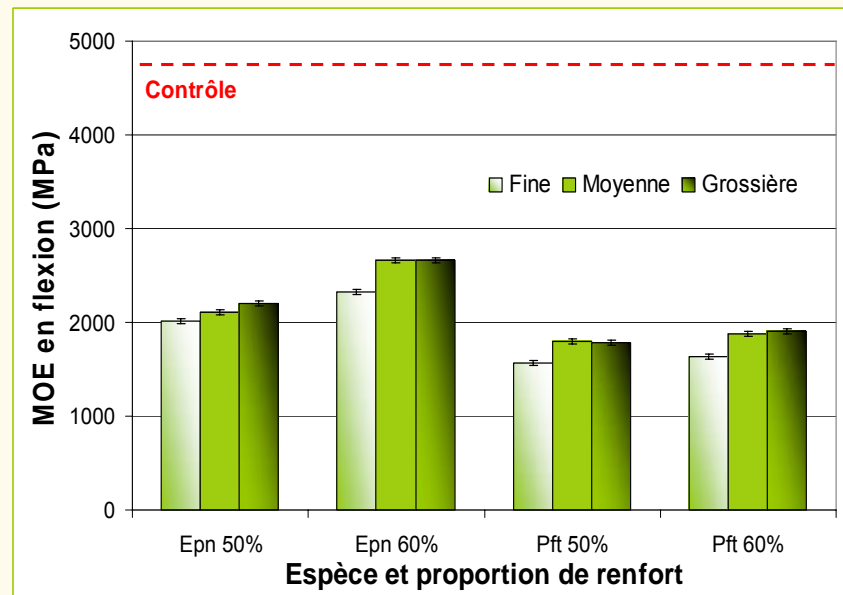
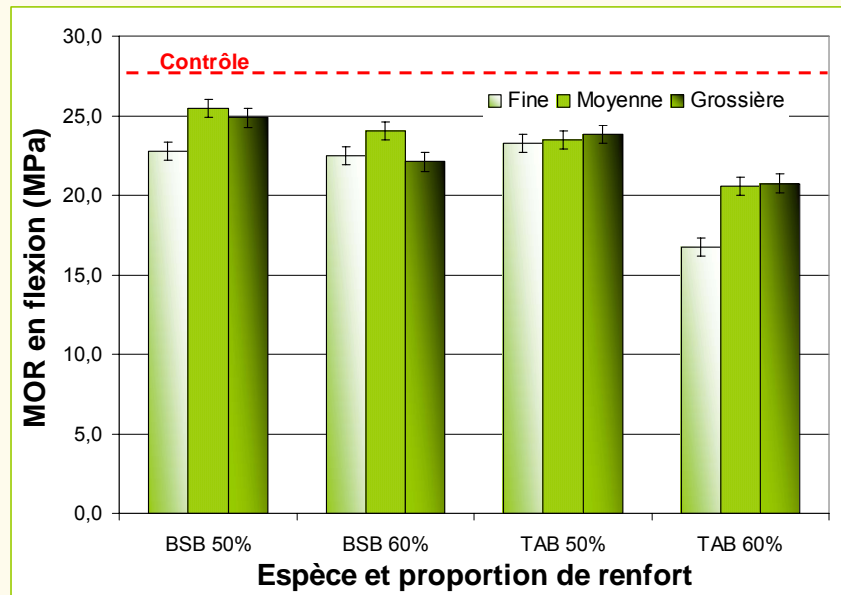
Profilés écorce plastique rabotés



# Axe 3. Composites écorce-plastique

## Résultats

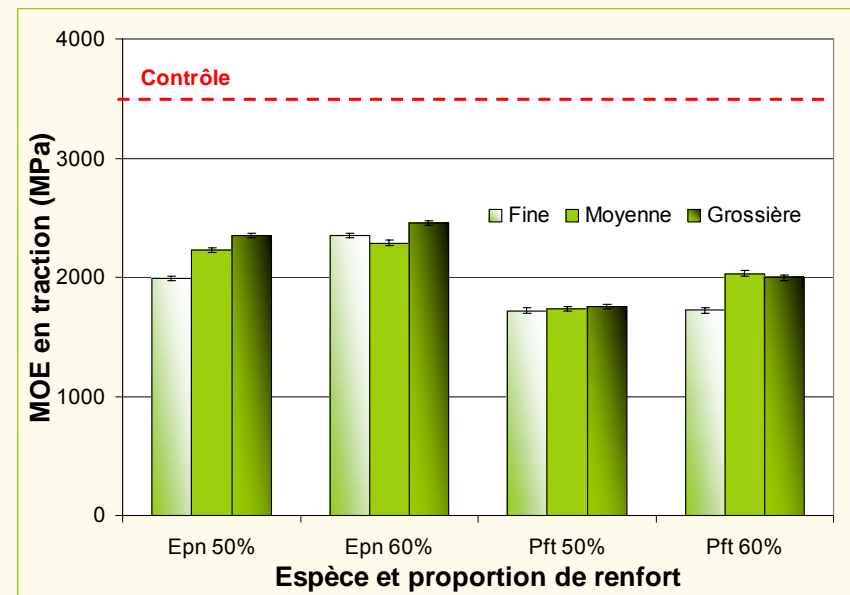
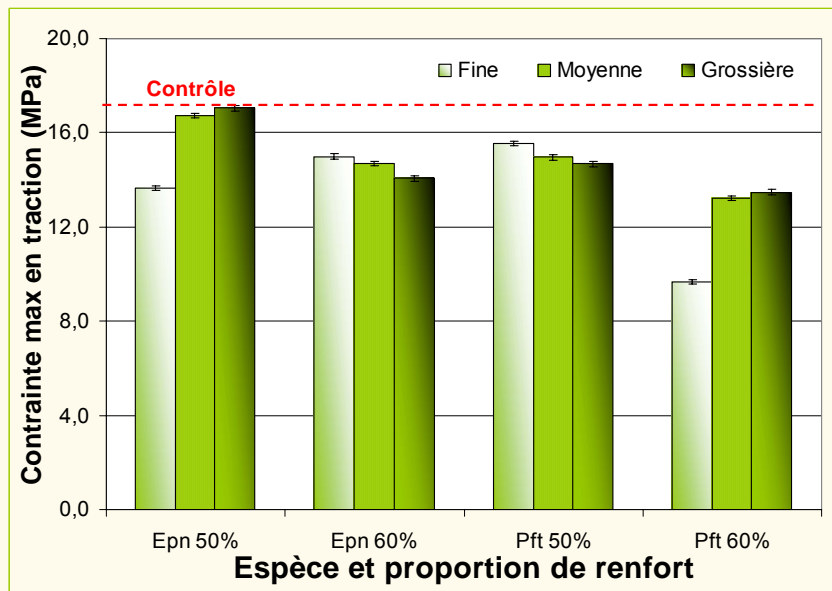
### Propriétés en flexion (MOR et MOE) des panneaux écorces plastique



# Axe 3. Composites écorce-plastique

## Résultats

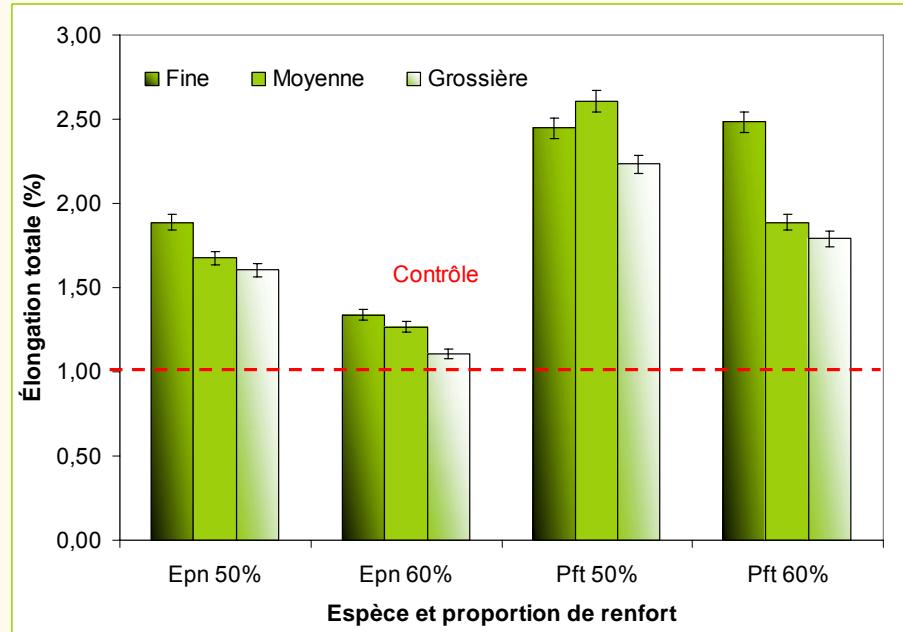
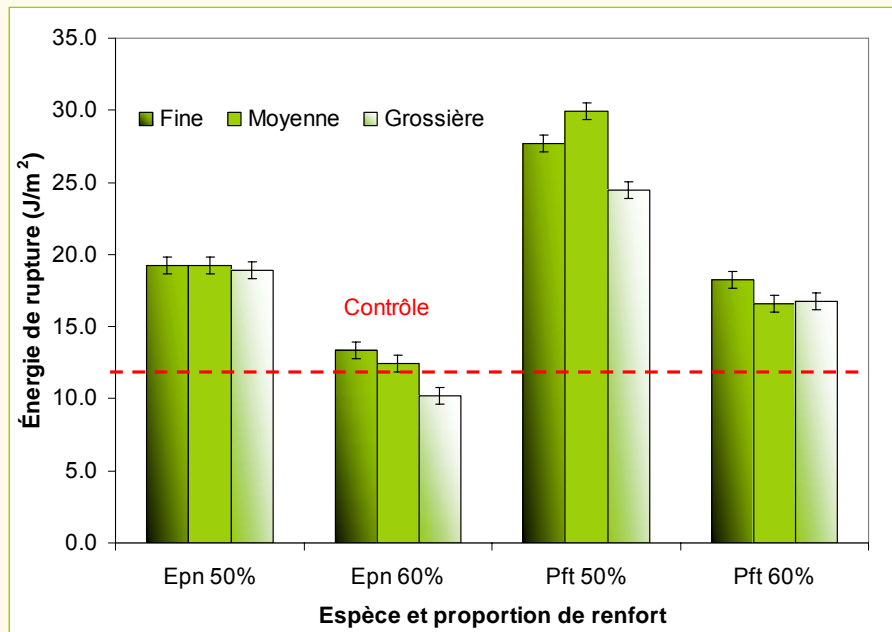
Propriétés en traction (contrainte maximale et MOE) des panneaux écorces plastique



# Axe 3. Composites écorce-plastique

## Résultats

Propriétés en traction (énergie de rupture et élongation totale) des panneaux écorces plastique



## Conclusions

- ❑ Les extraits de l'écorce de *peuplier faux-tremble* peuvent constituer une source d'agents antioxydants dans la formulation des produits cosmétiques et nutraceutiques et d'agents de préservation de l'oxydation de corps gras tels que les huiles végétales et les acides gras polyinsaturés.
- ❑ Les proanthocyanidines des extraits d'écorce d'*épinette noire* peuvent être un concurrent aux extraits d'écorce de pin maritime déjà commercialisés (Pycnogenol, Oligopin et Masquelier's™ Original OPCs), en tant qu'agents antioxydants contribuant à préserver notre capital santé en limitant les effets néfastes des radicaux libres, souvent à l'origine du vieillissement prématuré. Ils peuvent aussi constituer une nouvelle source d'agents thérapeutiques ou de préventions contre les maladies inflammatoires associées à l'augmentation de la production de NO.

# Conclusions

- ❑ Il est possible de fabriquer des panneaux contenant jusqu'à **50% d'écorce** d'épinette noire et de peuplier faux-tremble qui satisfassent aux exigences de la norme ANSI A208.1-1999 pour les panneaux de particules des grades M-1 et PBU
  
- ❑ Certaines propriétés mécaniques (MOR en flexion et contrainte maximale) des d'écorces plastique d'épinette noire sont quasi comparables à celle des composites bois plastique
  
- ❑ **Utilisations potentielles des panneaux d'écorce fabriqués :**
  - Éléments de meubles et d'armoires de cuisine
  - Pièces de sous-plancher
  - Substrats pour la lamination
  
- ❑ **Utilisations potentielles des composites écorce plastique :**
  - Les mêmes applications que le bois plastique
  - Patios, barrières, persiennes et volets, planchettes de recouvrement de murs, etc.