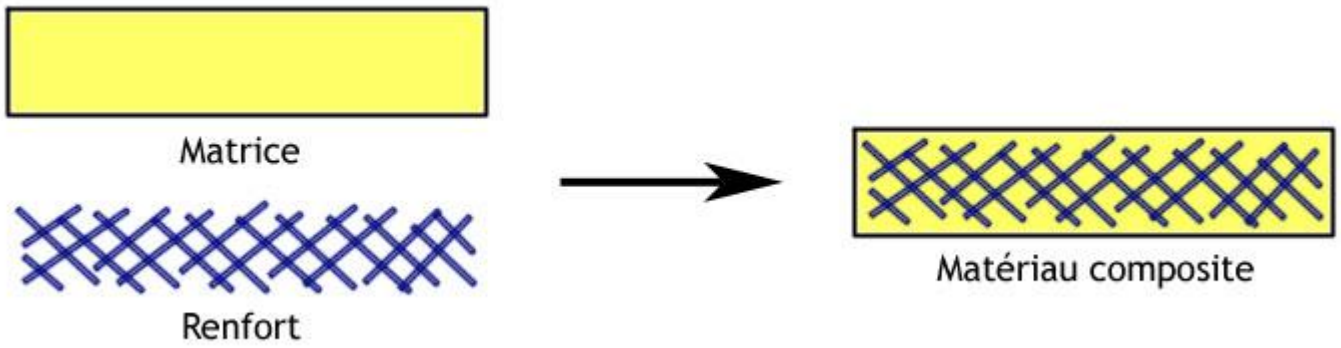
Élaboration de matériaux composites à base de filaments de cellulose et de polyéthylène

Présentation réalisée par Amaury Lepetit

Sous la direction : Pr. Rachida Zerrouki et Pr. Daniel Montplaisir

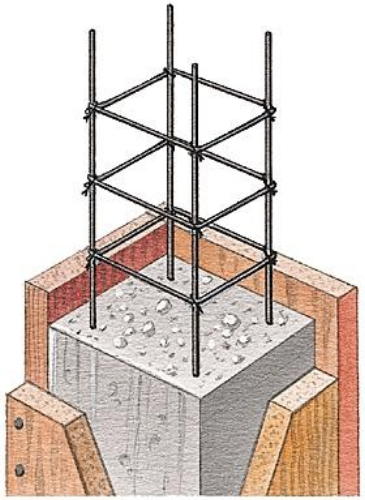
État de l’art

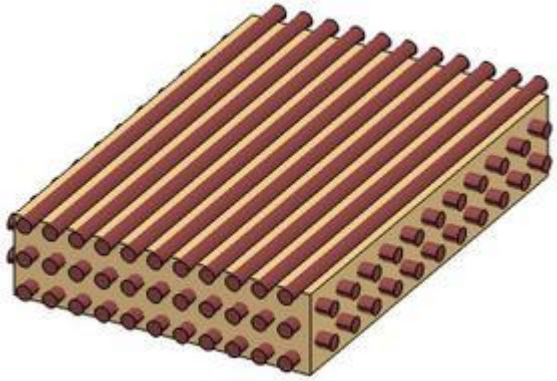
Définition

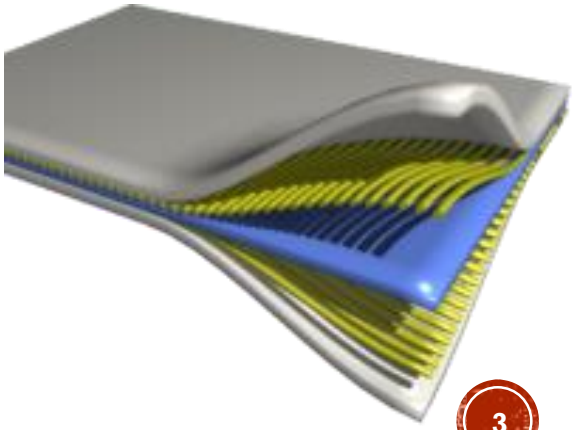


- Matrice : permet la cohésion et le transfert des flux d'efforts entre les différents éléments, ainsi que la tenue à l'environnement

- Renfort : assure la tenue mécanique du composite







Secteur des matériaux composites en pleine expansion => Alternative aux matériaux « conventionnels »

Impact négatif sur l'environnement

Raréfaction des ressources pétrolières

Engouement croissant pour des matériaux **bio-composites**

Kruger

- Cellulose = biopolymère le plus **abondant** à la surface de la Terre

- Propriétés particulières (**résistance**, cristallinité, degré de polymérisation,…)

- Les **excellentes propriétés mécaniques** de la cellulose tendent à permettre son utilisation dans les matériaux composites

- Remplacement des fibres synthétiques par les fibres de cellulose présente de nombreux avantages :

  - ✓ Aspect renouvelable, abondant et **biodégradable**
  - ✓ Réduction des **coûts**
  - ✓ Obtention d'un matériau **plus léger** à volume égal
  - ✓ **Moins d'abrasion** pour l'équipement

Incorporation de fibres cellulosiques à des matrices thermoplastiques hydrophobes

- **Faible compatibilité** entre les fibres (polaires) et les matrices (apolaires)
- **Mauvaise dispersion** des fibres au sein des matrices synthétiques
- **Absorption d'eau** par les fibres, néfaste aux propriétés des composites
- **Température de procédé limitée** à environ 200°C

❑ But du projet :

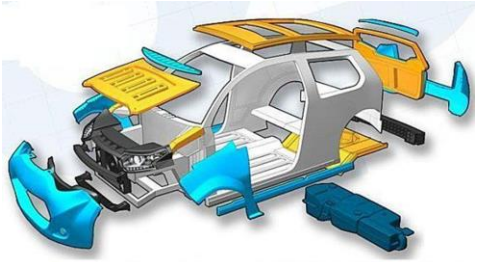
- Remplacer les fibres de verre par des filaments de cellulose (FC) dans l'élaboration de matériaux composites à matrice polyéthylène

❑ Objectifs à atteindre :

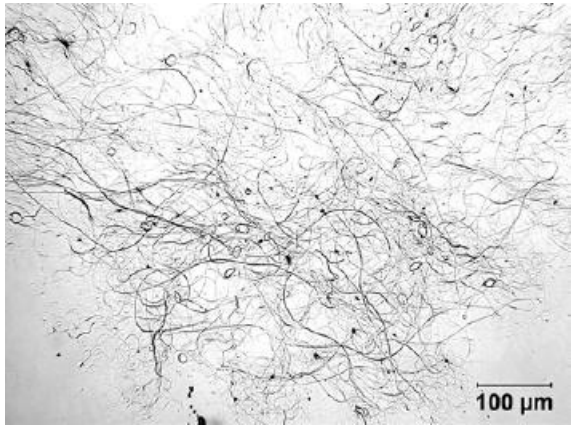
- Améliorer les propriétés mécaniques du polyéthylène
  - Augmenter la compatibilité entre les FC et la matrice
  - Optimiser la dispersion des FC
- Limiter l'absorption d'eau du composé final

❑ Applications industrielles :

- Secteurs automobile et aéronautique

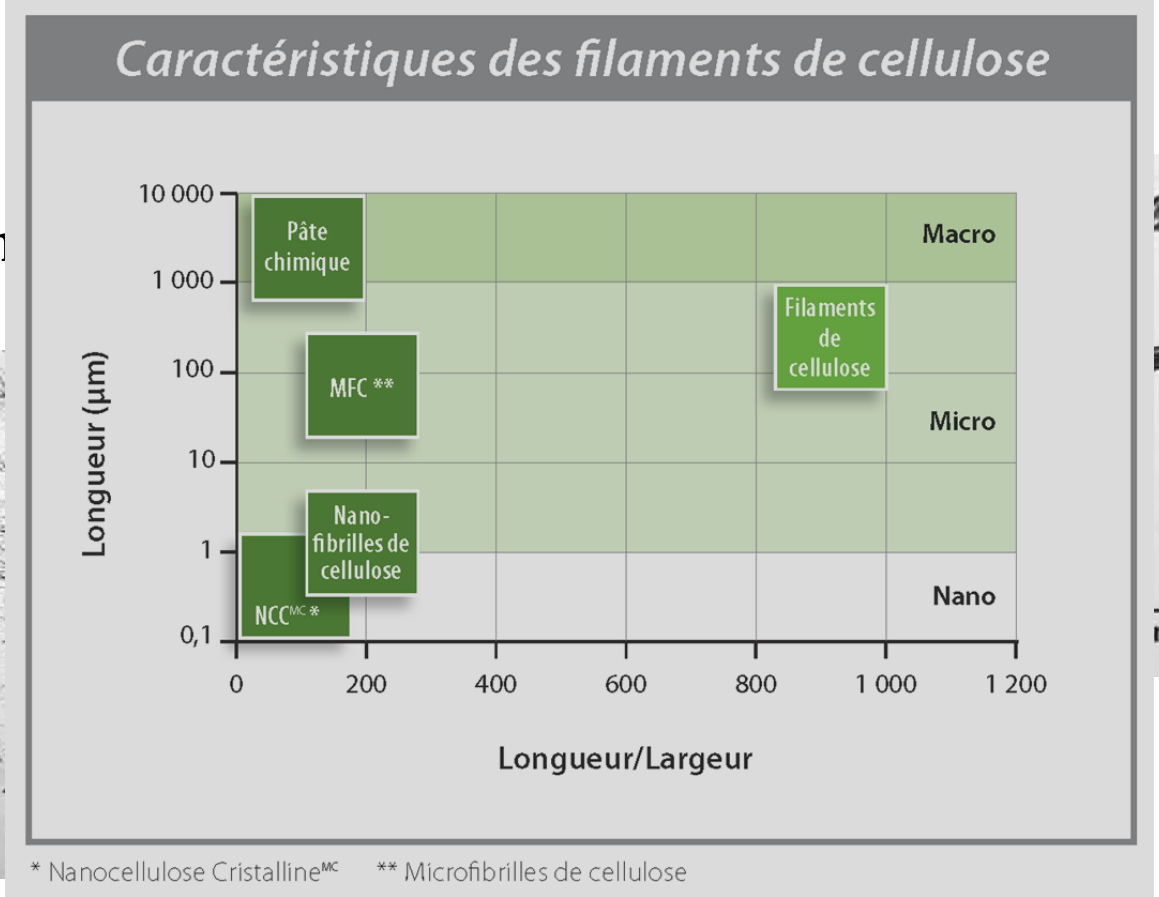


Matériels et méthodes



filar

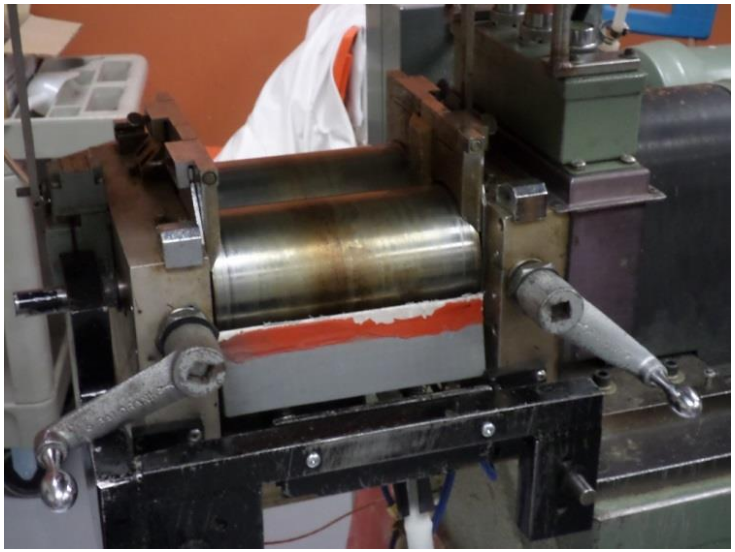
- Longueur : 500-1000 µm
- Largeur : 80-300 nm
- Epaisseur : 40-100 nm



- Obtenus par traitement mécanique, sans agent chimique ou enzymatique
- Rapport longueur/épaisseur exceptionnel => supérieur aux fibres commerciales
- Fort potentiel de renforcement (produits papetiers, matériaux composites)

Presse chauffante

Pression de 15 MPa maintenue pendant 10 min, à 170 °C



Brabender

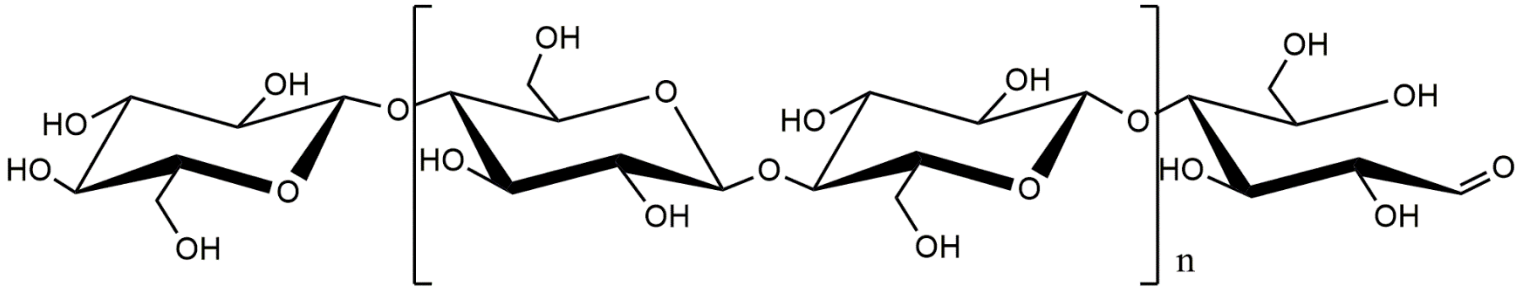
Mélange maintenu pendant 22 min à 170 °C

Eprouvettes

Résultats et discussion

❑ Objectif :

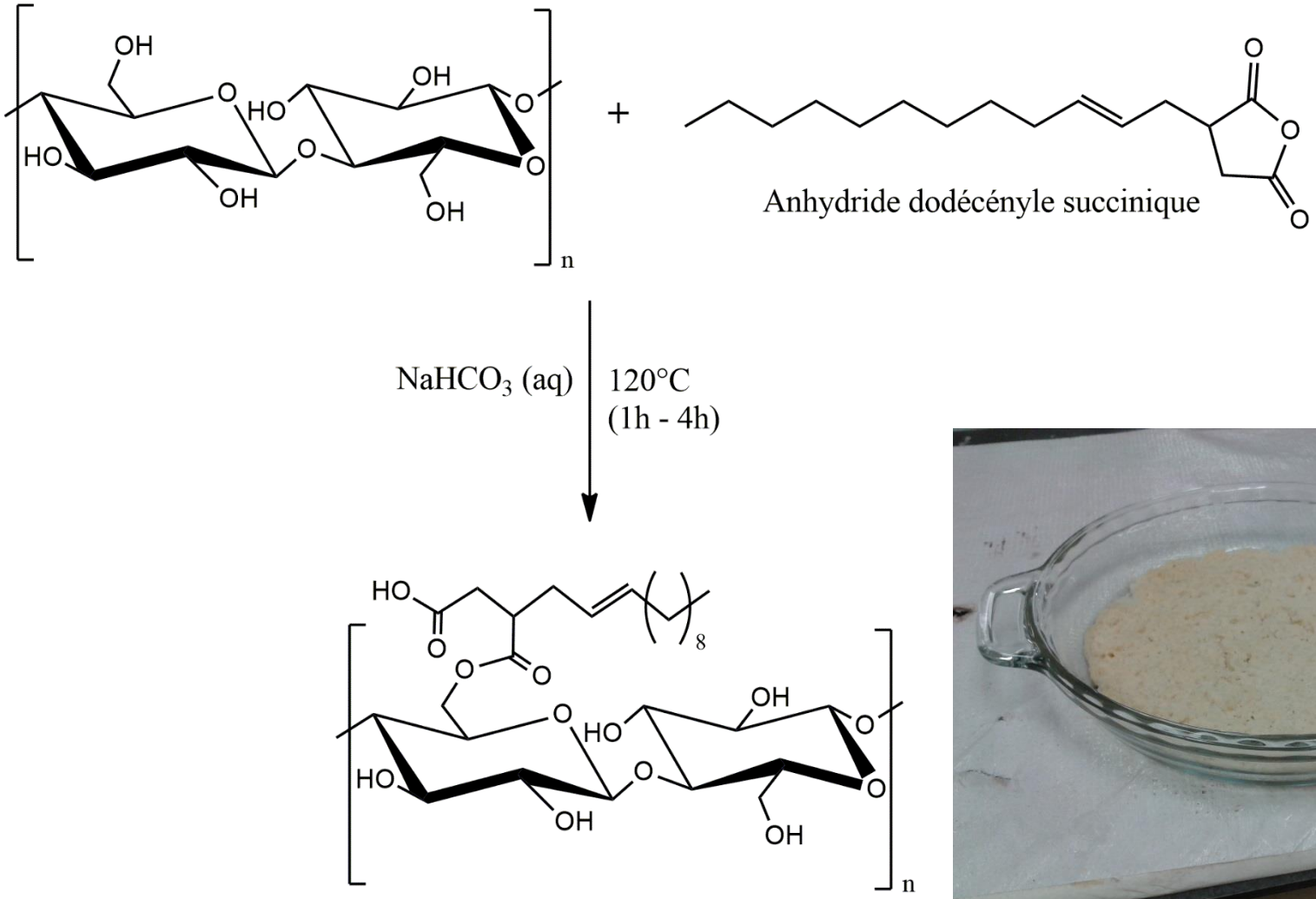
- Augmenter le caractère hydrophobe de la cellulose par fonctionnalisation des groupements hydroxyles
  - ✓ Améliorer la compatibilité avec le polyéthylène
  - ✓ Limiter l'absorption d'eau des fibrilles



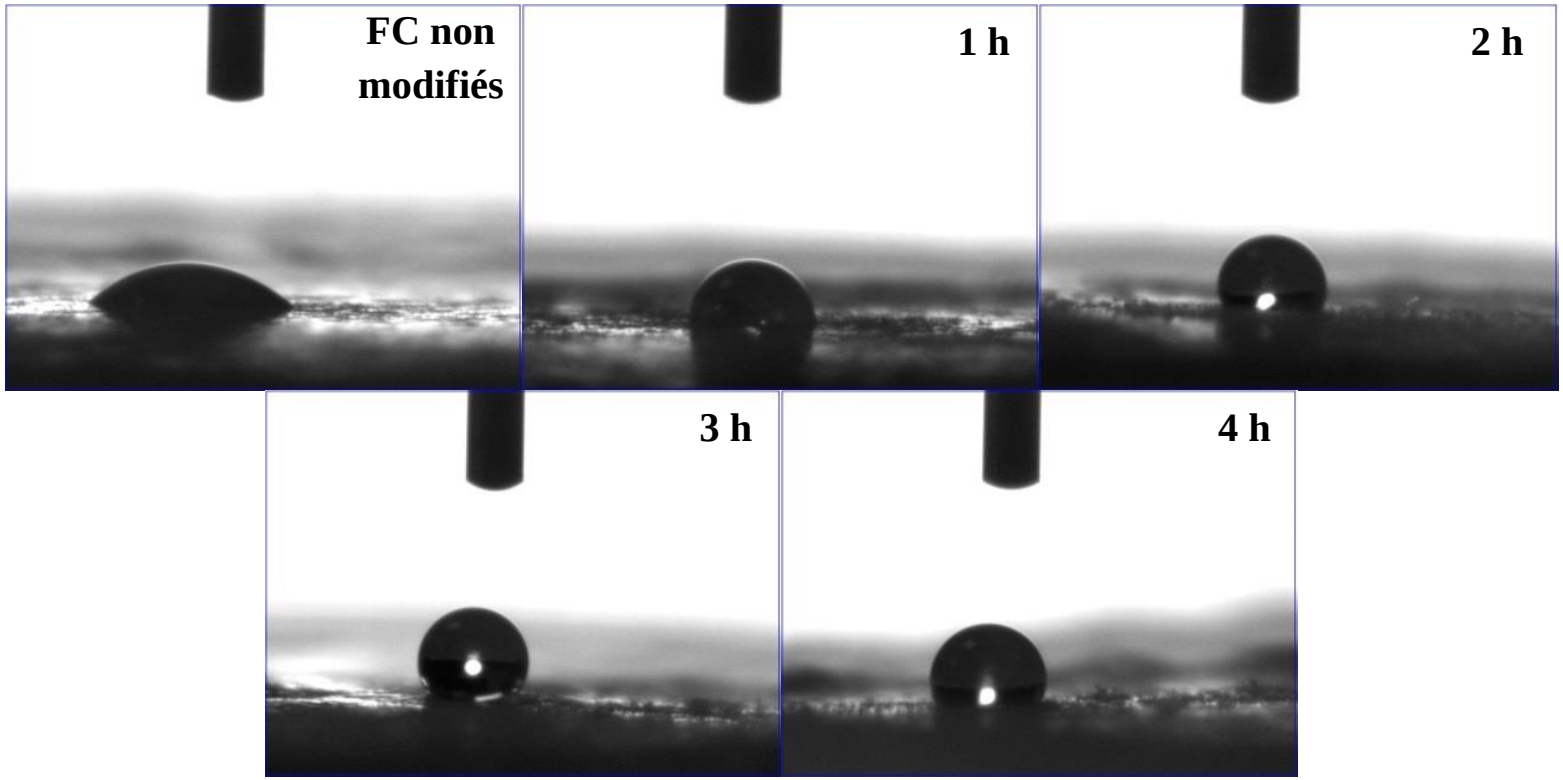
Extrémité non réductrice **Unité cellobiose** **Extrémité réductrice**

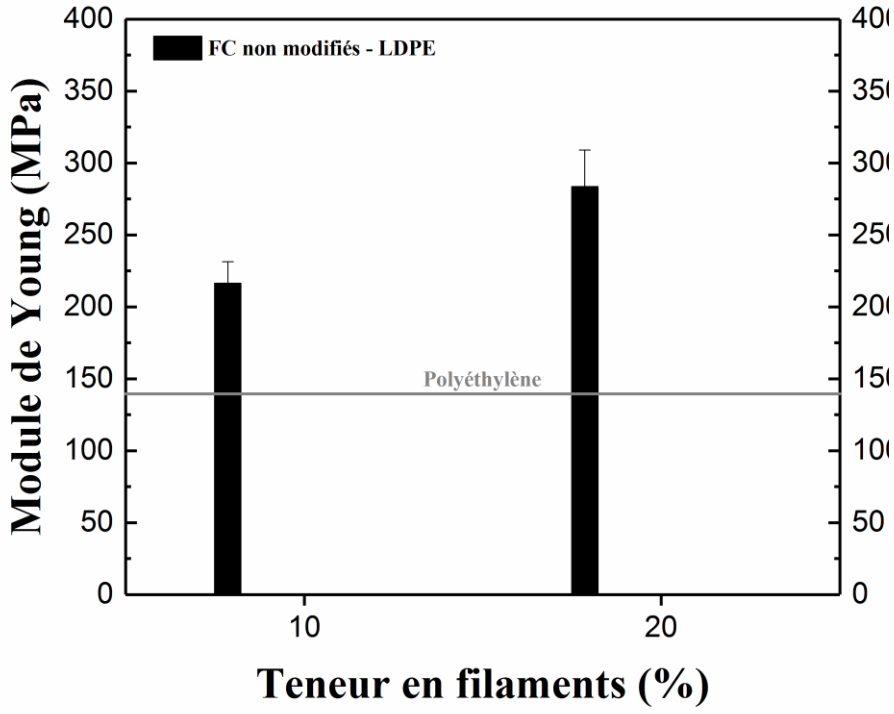
❑ Difficultés :

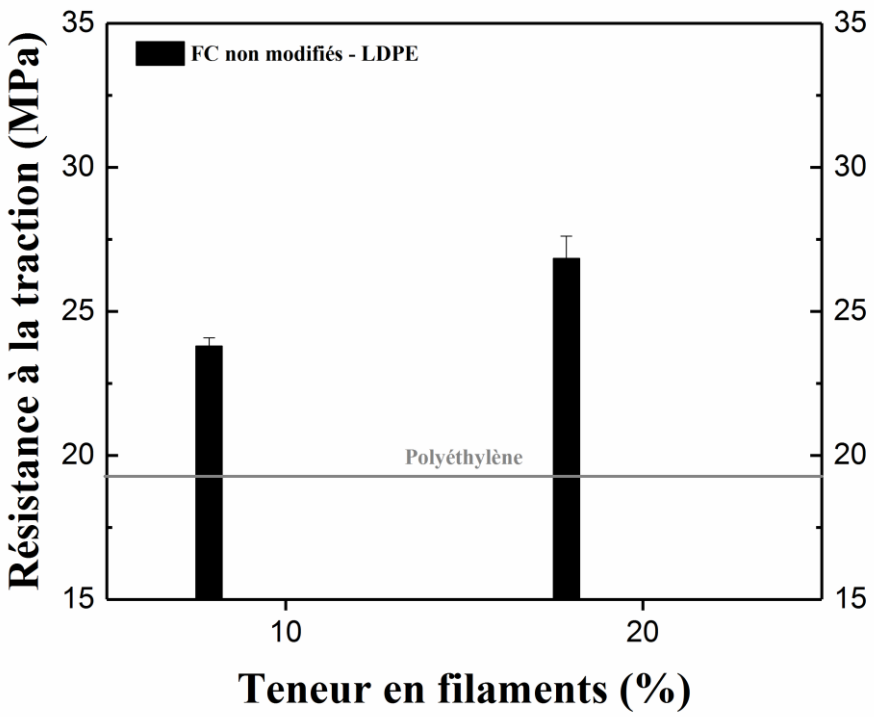
- Faible réactivité des fonctions alcool de la cellulose
- Contrôler la dispersion du produit final

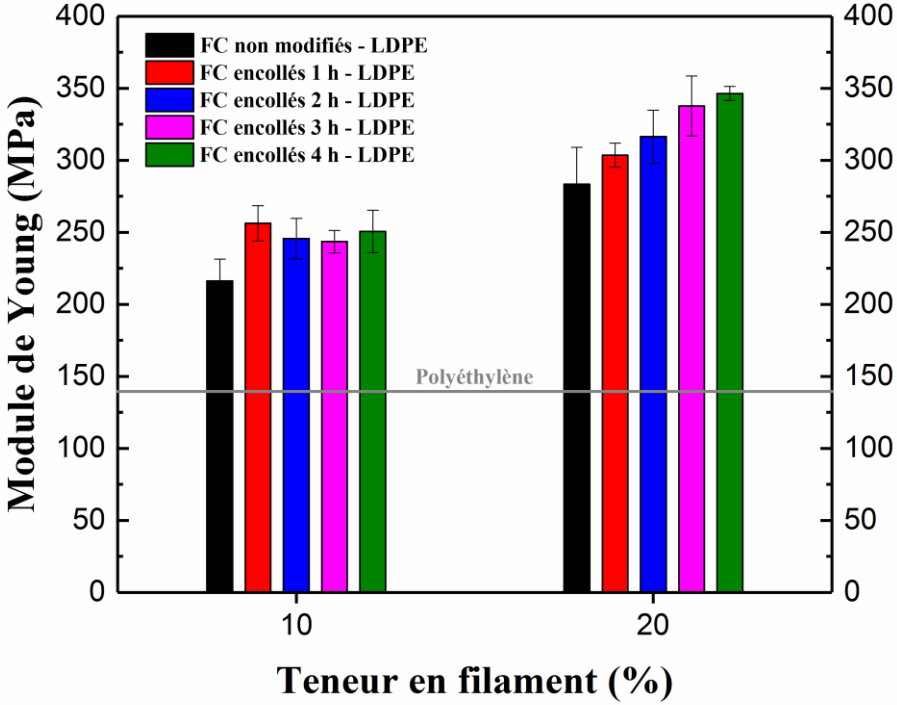

OH
O
HO
OH
O
HO
O
O
OH
OH
n
+
O
O
O
Anhydride dodécényle succinique
NaHCO3 (aq)
120°C
(1h - 4h)
HO
O
O
O
8
O
HO
OH
O
HO
O
O
OH
OH
n

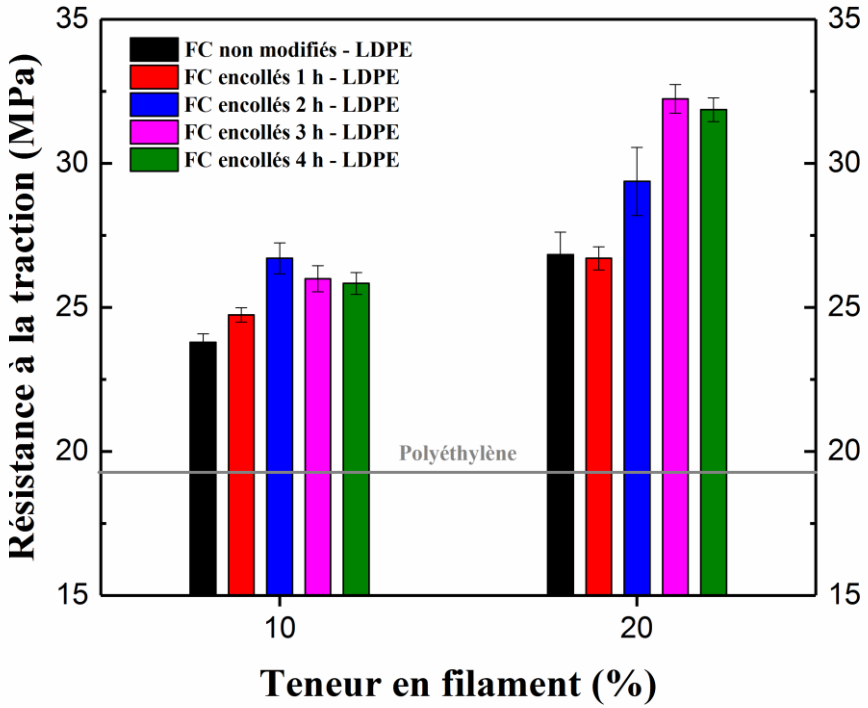
Temps de réaction	DS	Angle de contact
1 h	0,04	88,30°
2 h	0,14	106,02°
3 h	0,16	117,94°
4 h	0,18	110,96°




FC non modifiés - LDPE
Polyéthylène
Module de Young (MPa)
Teneur en filaments (%)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
10
20


FC non modifiés - LDPE
Polyéthylène
Résistance à la traction (MPa)
Teneur en filaments (%)
15
20
25
30
35
10
20

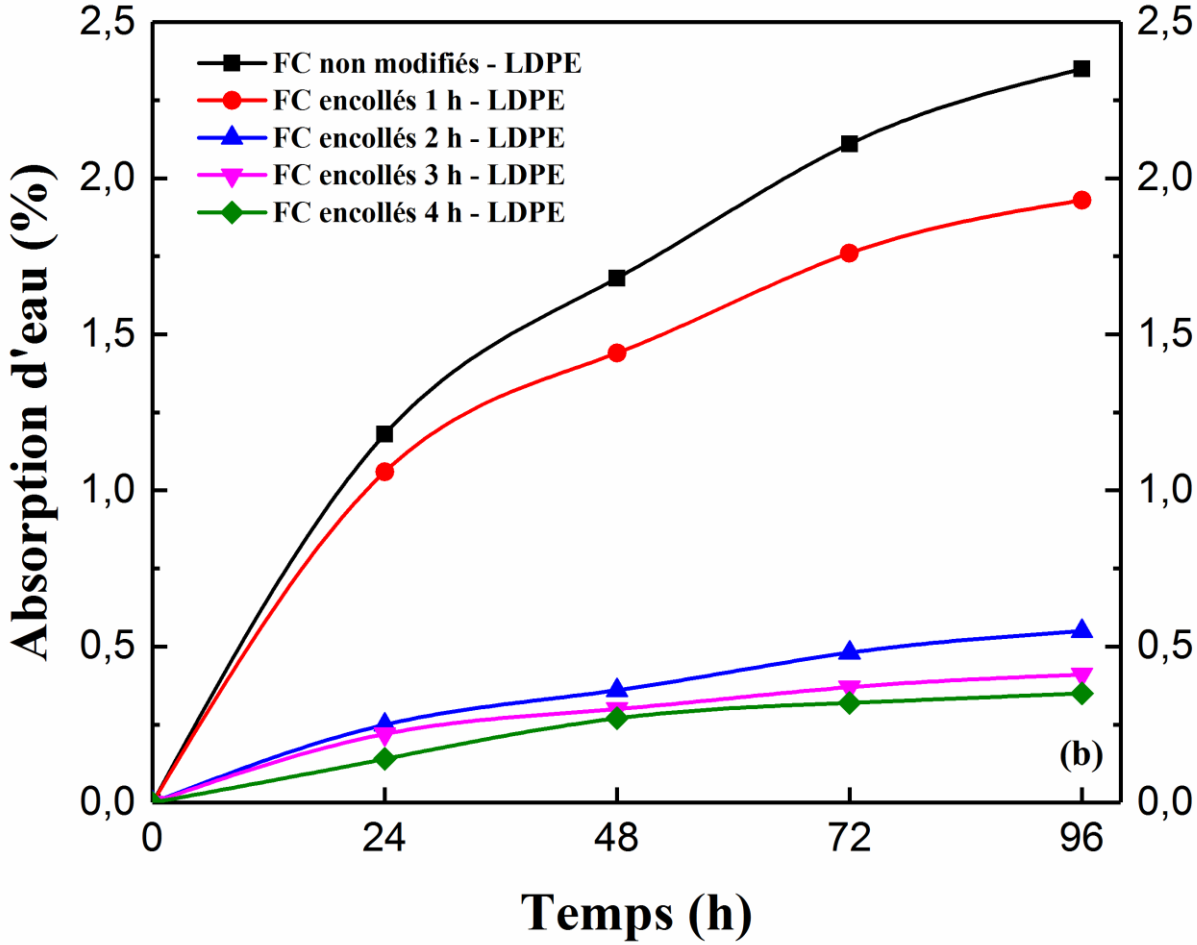




✓ Amélioration de +20% des performances mécaniques des composites

Lepetit, A.; Drolet, R.; Tolnai, B.; Lucas, R.; Montplaisir, D.; Zerrouki, R. *Cellulose* **2017**, *24*, 4303.

20 % de FC



✓ Réduction jusqu'à -80% de l'absorption d'eau des composites

Conclusion

- Intérêt croissant pour les matériaux bio-composites
- Fibres de cellulose peuvent être utilisées comme renfort
- Important potentiel de renforcement des filaments de cellulose
- Modification chimique des fibres efficace pour améliorer les propriétés des composites

Remerciements

Université de Limoges

Pr Zerrouki Rachida
Pr Montplaisir Daniel
Dr Jahier Claire
Dr Diallo Abdou Khadri
Mme Lejeune Agnès

UQTR
Université du Québec à Trois-Rivières

LCSN

CRMR

Merci pour votre attention

Région LIMOUSIN

Kruger