



OUR NAME IS INNOVATION

# Composites et la biomasse forestière – une union en pultrusion!

## Utilisation de ficelles de papier torsadées dans la pultrusion de profilés sandwich



Marie-Claude Bélanger, CDCQ et Halim Chtourou, FP Innovations

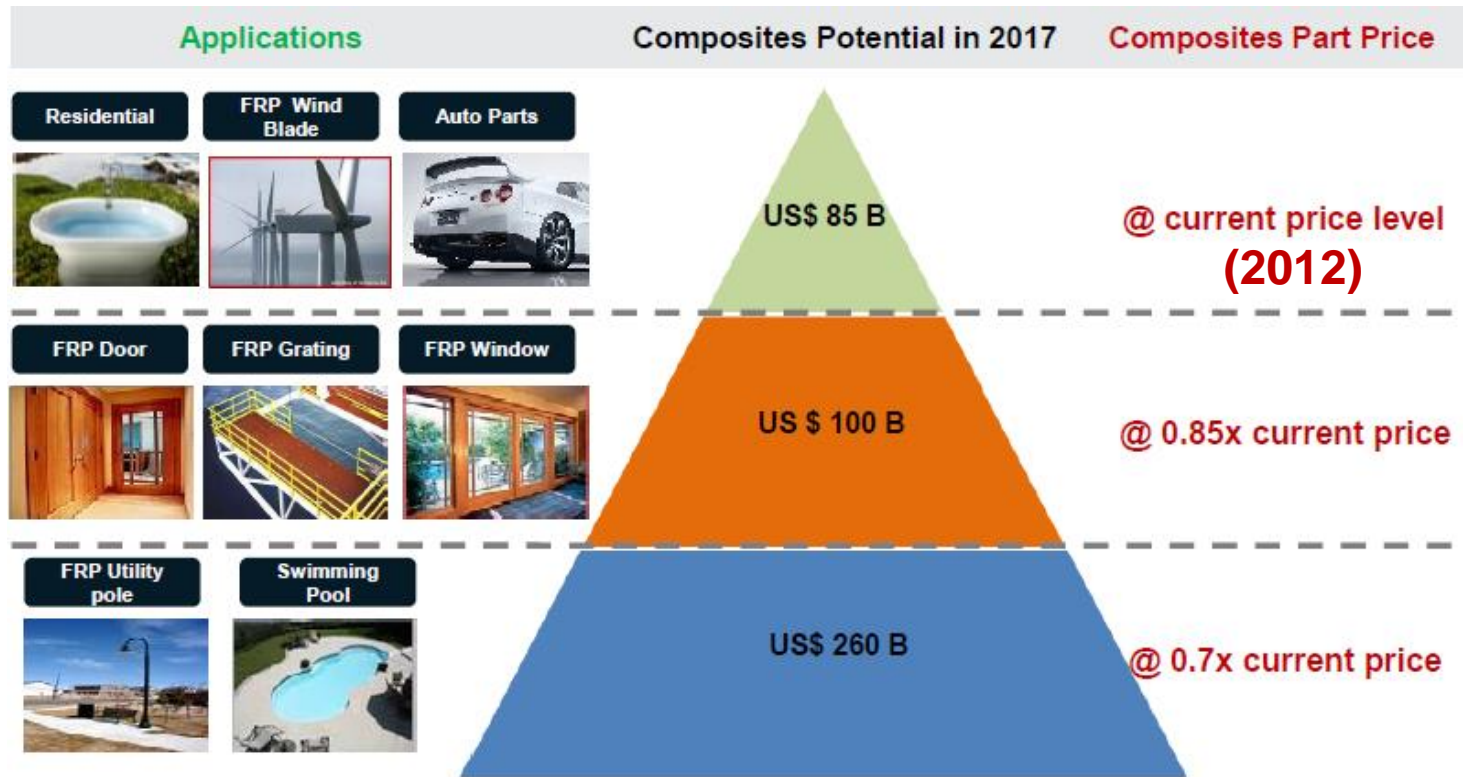
Colloque CDCQ-RICQ, Drummondville (QC), 1<sup>er</sup> novembre 2017

# Plan de la présentation

- Contexte
- Objectifs
- Adaptation du procédé de moulage
- Résultats prometteurs
- Caractérisation à venir
- Évaluation préliminaire des coûts
- Sommaire

# Contexte

- Le prix des composites limite leur croissance<sup>1</sup>

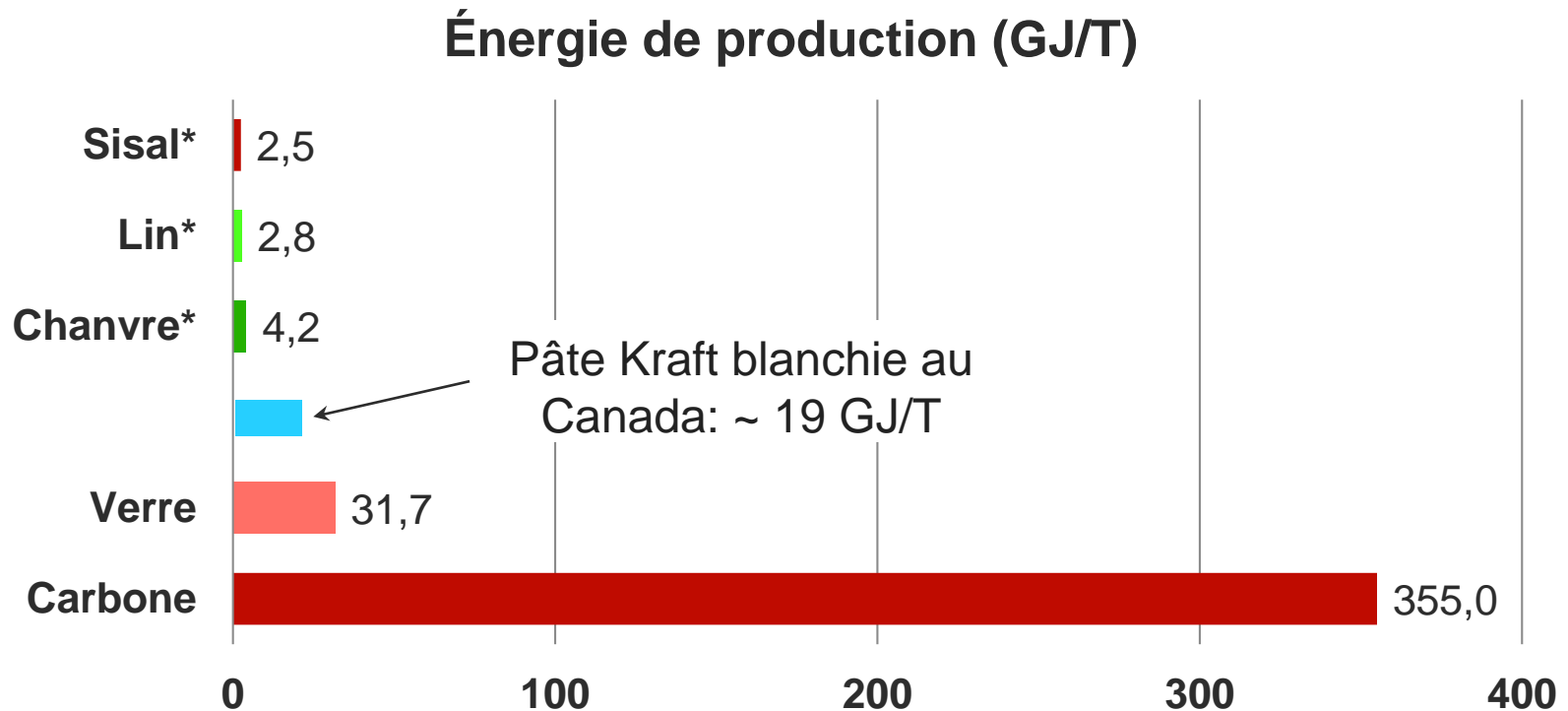


<sup>1</sup> Lucintel, Growth Opportunities in Global Composites Industry, 2012-2017.

# Contexte

- Besoins de l'industrie des composites
  - Plus de compétitivité face aux matériaux traditionnels
    - Accroître le rapport efficacité/coût
      - Procédé plus économique
      - Matières premières moins chères
      - Produits finis plus légers
      - Propriétés spécifiques plus élevées
  - Réduire l'empreinte carbone
    - Solutions performantes à base de **bioproduits**

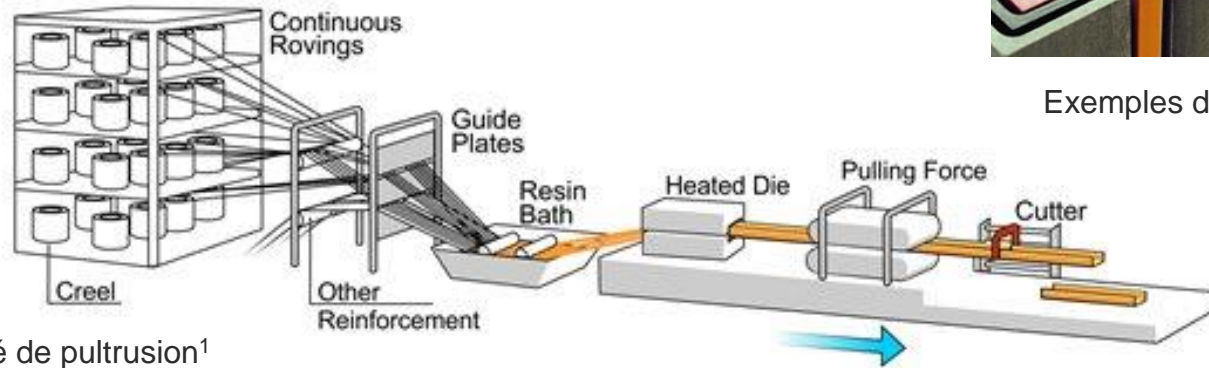
# Contexte



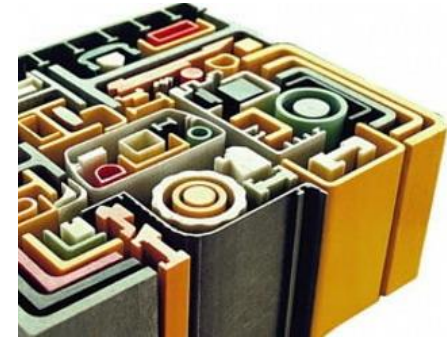
\* Non blanchies

Ref.: Nitin Jauhari\*, Raghvendra Mishrab, Harischchandra Thakurc. **Natural Fibre Reinforced Composite Laminates – A Review. 4th International Conference on Materials Processing and Characterization.** ScienceDirect, Materials Today: Proceedings 2 (2015) 2868 – 2877

# Contexte



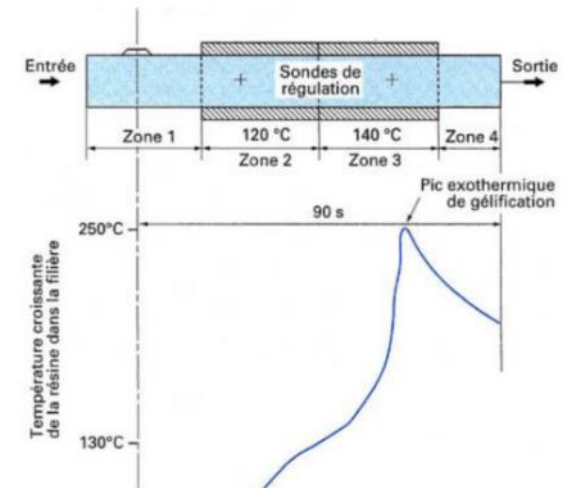
Procédé de pultrusion<sup>1</sup>



Exemples de profilés<sup>2</sup>

## ■ Pultrusion

- Production de profilés en continu
- Automatisation
- Cadence typique de 2 – 4 pi/min
- Sandwich



Profil de température dans la filière de pultrusion<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Nuplex

<sup>2</sup> <http://www.expertmaterial.com>

<sup>3</sup> Techniques de l'ingénieur, « Fabrication de profilés en composites par pultrusion »

# Cordes naturelles dans la pultrusion

- Kenaf / Polyester<sup>1</sup>
  - Kenaf: 73% en poids
    - Contrainte maximale en flexion ~**250 MPa**
- Jute + Verre / Polyester<sup>2</sup>
  - Jute: 40% / Verre: 25% (en poids)
    - Contrainte maximale en flexion ~**350 MPa**
    - Module ~**25 GPa**



Kenaf / Polyester



Corde de Kenaf (2200 tex)

<sup>1</sup> H.M. Akil, H. Zamri, H.A. Shahidan, Z.A.M. Ishak, and A. Abu-Baker. Pultruded Natural Fibre Reinforced Composites: Preparation, Properties and Applications. ResearchGate. 2011.

<sup>2</sup> Hazizan Md. Akila, Igor M. De Rosab, Carlo Santulli, and Fabrizio Sarasini. Flexural behaviour of pultruded jute/glass and kenaf/glass hybrid composites monitored using acoustic emission. Materials Science and Engineering A, 527 (2010) 2942–2950.

# Objectifs

- Nouveau marché pour la fibre de bois
- Utilisation optimale de ficelles de papier torsadées dans la pultrusion
- Applications actuelles:
  - Emballage de cadeau
  - Poignées pour sac en papier
  - Sangles repulpable pour emballage de ballots de pâte



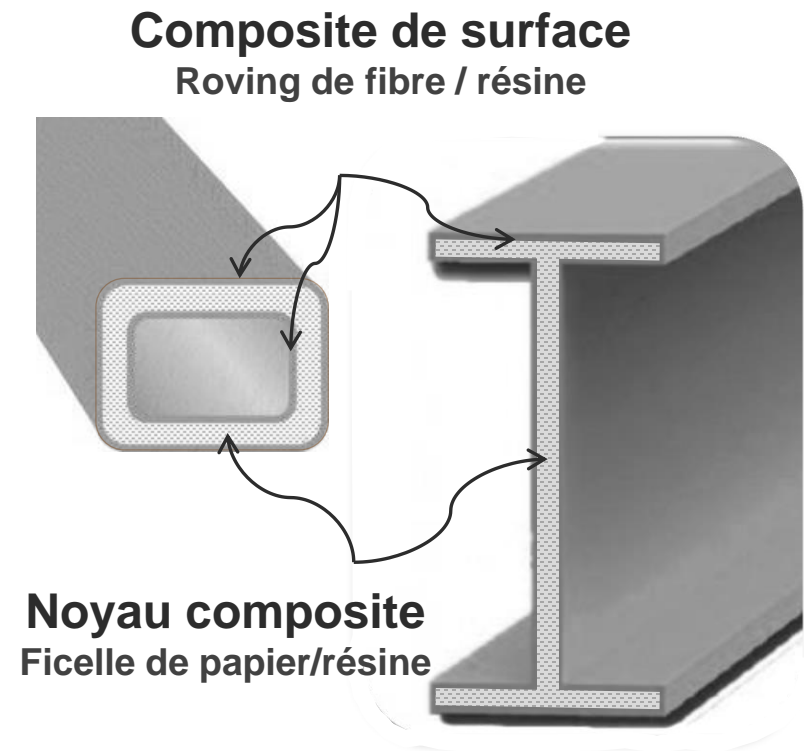
Ficelle de papier NBSK\* (2200 tex)

\* Pâte kraft blanchie de résineux du Nord

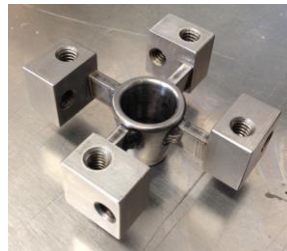
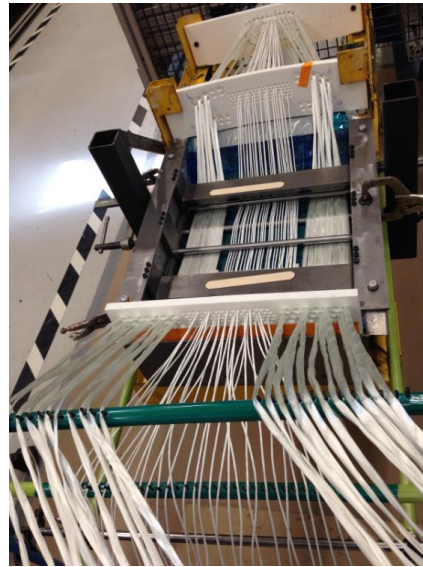


# Objectifs

- Nouveau concept (brevet en instance # 62/324,988)
  - Structures en sandwich
    - Ficelles légères **copultrudées** et dirigées pour la formation en continu de noyaux composites
- Adaptation mineure au procédé
- Performance élevée en flexion

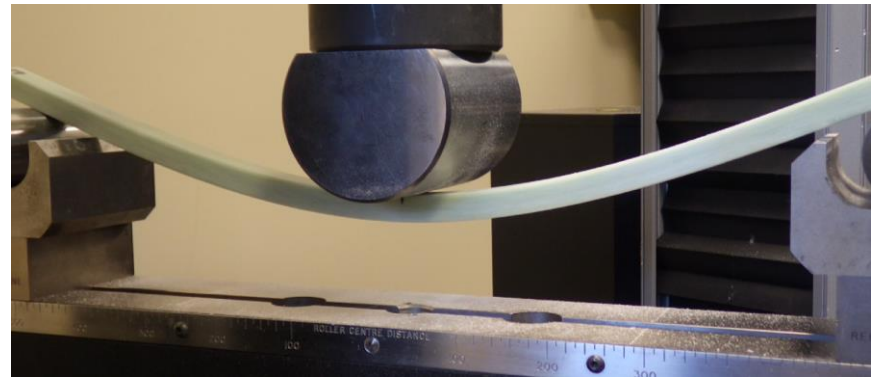
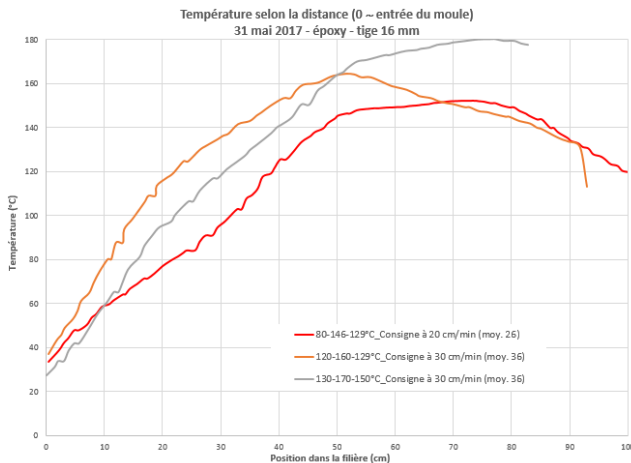
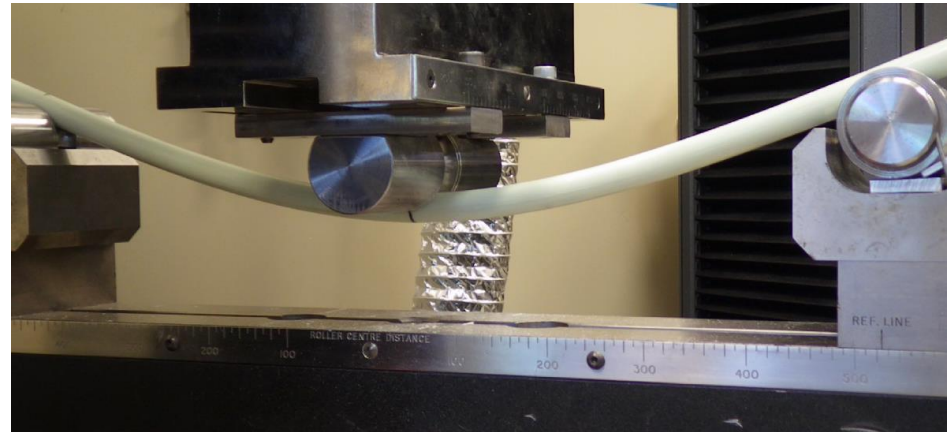
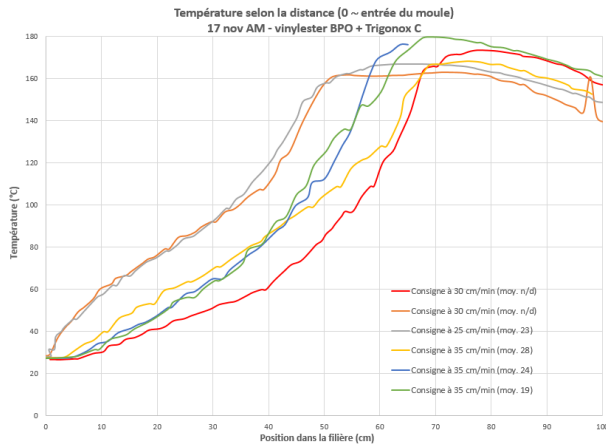


# Adaptations au procédé de moulage



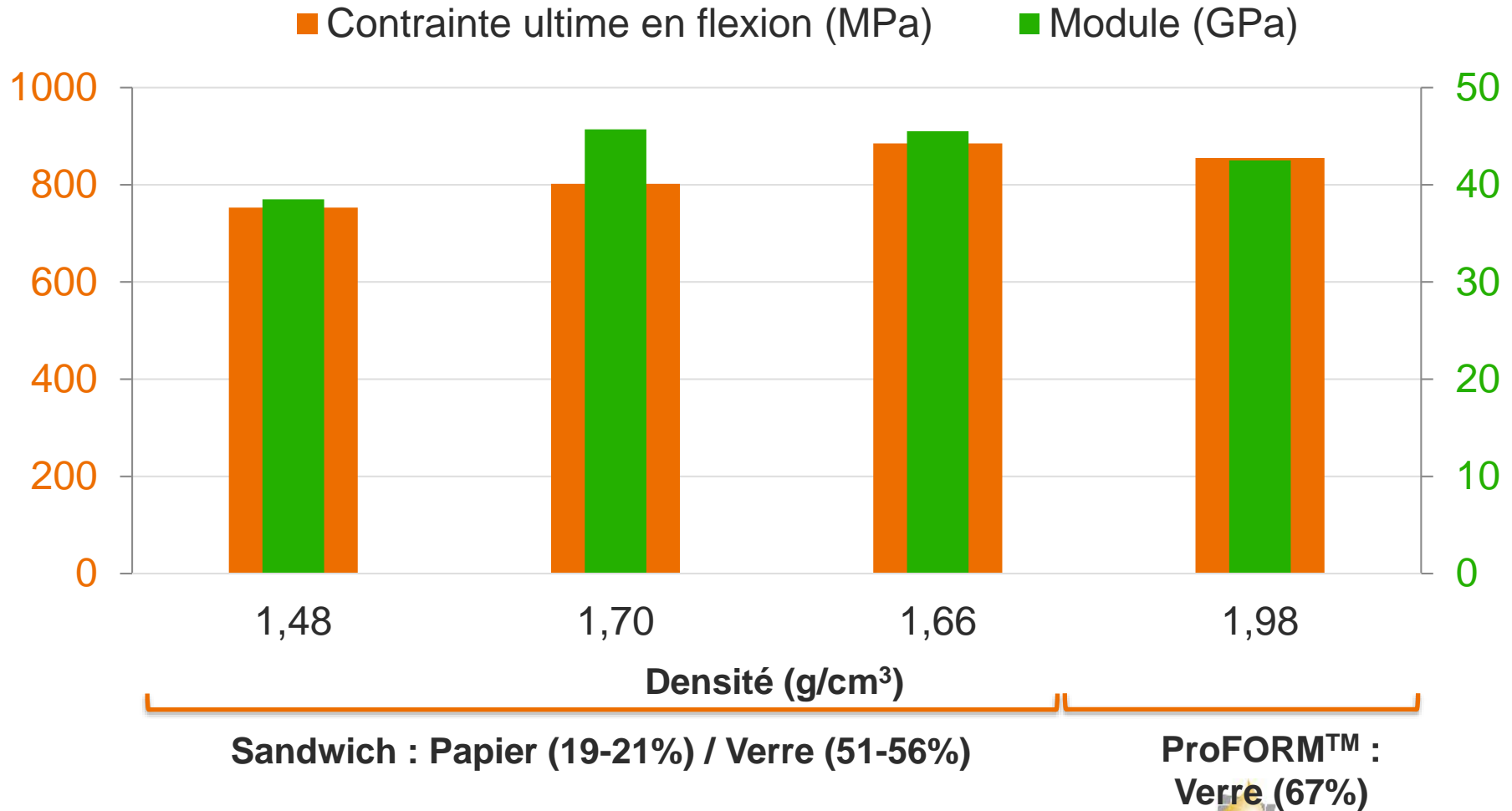
# Adaptations au procédé de moulage

## ■ Contrôles et ajustements



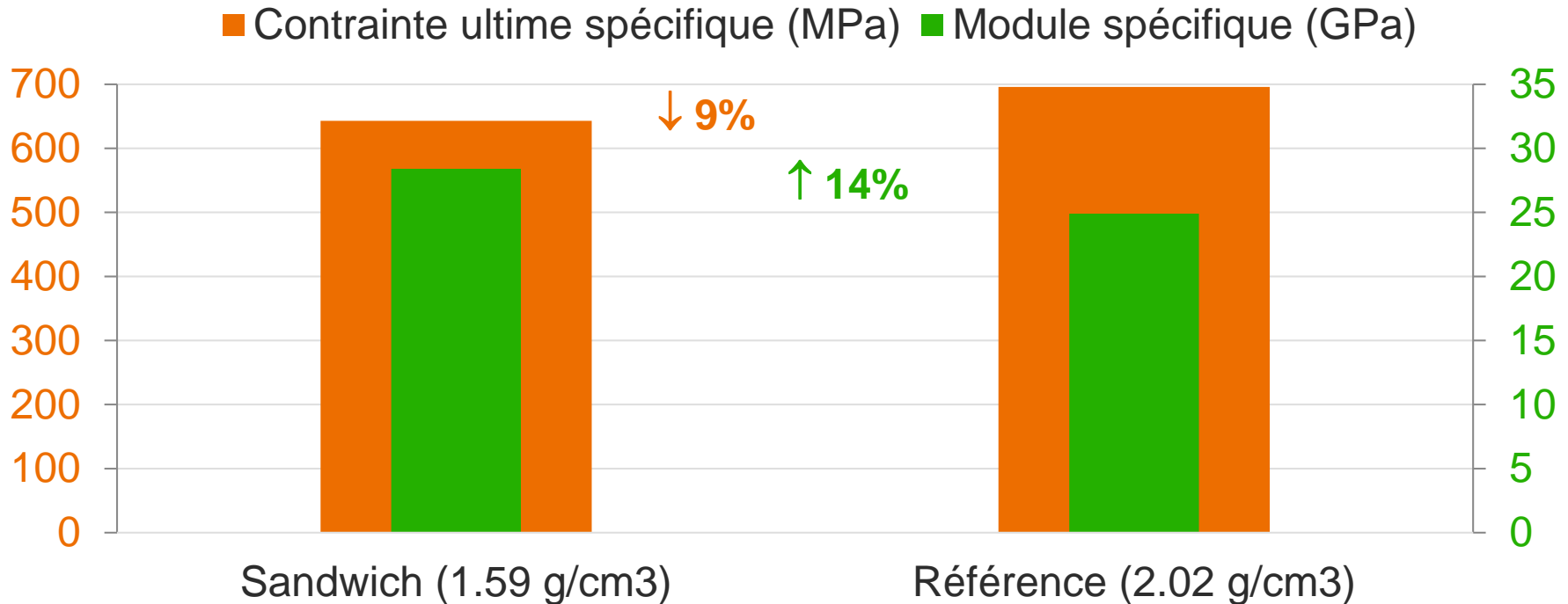
# Résultats prometteurs

## Tiges (16 mm) en polyester



# Résultats prometteurs

## Tige (16 mm) et barre (16 X 22 mm) en époxy



- Réduction de poids: 20%

# Caractérisation à venir

- Flexion
- Immersion long terme (Flexion)
- Cisaillement
- Compression
- Impact
- Coefficient de Poisson
- Expansion linéaire

# Évaluation préliminaire des coûts

Matière première	(US\$/Tonne)	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	(US\$/m <sup>3</sup> )
Roving de verre E	2,200 <sup>1</sup>	2,560	5,632
Pâte NBSK	1,075 <sup>2</sup>	-	-
Ficelle de papier NBSK	4,000 <sup>3</sup>	900 <sup>4</sup>	3,600

- Sur une base volumique, la ficelle de papier NBSK est potentiellement plus économique
  - Jusqu'à 40% moins chère que le roving de verre E

<sup>1</sup> Germain Belanger, Consultant

<sup>2</sup> <https://www.nrcan.gc.ca/forests/industry/current-prices/13309#pulp>

<sup>3</sup> Prix: Ex Works USD1.84/Kg pour ficelle de 4 mm de Asun Paper Products Co., Ltd. (Chine)

<sup>4</sup> Densité de la ficelle pultrudée

# Sommaire

- Les ficelles de papier NBSK (2 mm) sont propices à la pultrusion de structures composites en sandwich
- Réduction de poids d'environ **20%**
- Réduction globale de la résine d'environ **15%**
- Potentielle de réduire le coût global de la matière première de l'ordre de **25%**
- Propriétés spécifiques élevées en flexion





OUR NAME IS INNOVATION

# Merci/Thank you!

For more information, contact:

**Halim Chtourou, Ph.D.**

Senior Scientist, Cellulosic Biomaterials

Office: (514) 782-4657

Email: [halim.chtourou@fpinnovations.ca](mailto:halim.chtourou@fpinnovations.ca)

Follow us on



[www.fpinnovations.ca](http://www.fpinnovations.ca)