

# La micro-nano cellulose fibrillée (MNFC) : une utilisation innovante pour les papiers d'emballage renouvelables de demain

Mohamed Ali CHARFEDDINE, Fabrice ROUSSIERE, Jean-Francis BLOCH ,  
Cathy RIDGWAY , Patrick GANE et Patrice MANGIN

[Mohamed.ali.charfeddine@uqtr.ca](mailto:Mohamed.ali.charfeddine@uqtr.ca)

Centre de Recherche sur les Matériaux Lignocellulosiques

UQTR



Université du Québec  
à Trois-Rivières

ArboraNano



## ⇒ Introduction

- ⇒ Contexte de l'étude
- ⇒ Approche

## ⇒ Méthodologie

- ⇒ Application de la MNFC sur machine à papier
- ⇒ Plan expérimental

## ⇒ Résultats et discussions

- ⇒ Propriétés mécaniques
- ⇒ Propriétés barrières

## ⇒ Conclusions et perspectives

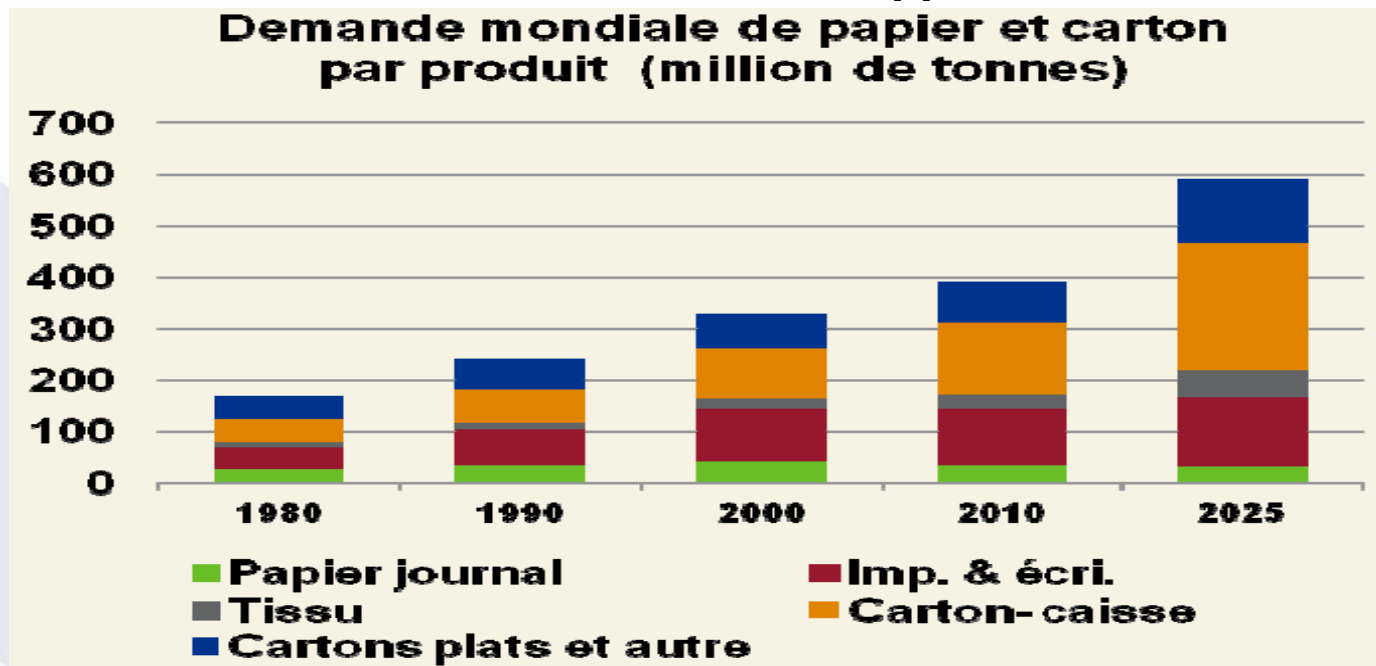
Le Canada possède 10% des forêts mondiales



- ⇒ 4<sup>ème</sup> producteur mondial de pâtes et papiers
  - ⇒ 5% du marché
- ⇒ 1<sup>er</sup> producteur mondial de papier journal
  - ⇒ 12% du marché (2013)
- ⇒ Production en pâte: 6,8 MT (2008)
  - ⇒ **Pâte Thermomécanique (TMP) : 3,6MT**

## Contexte économique

- ⇒ Chute de la demande du papier journal depuis 2000
- ⇒ Forte demande en papier d'emballage<sup>[1]</sup>



- ⇒ Orienter la production vers d'autres marchés en expansion tel que le papier emballage

## ⇒ Propriétés de l'emballage alimentaire

⇒ Les propriétés barrières les plus importantes pour l'emballage alimentaire:

- ✦ Barrière à la vapeur d'eau (WVTR)

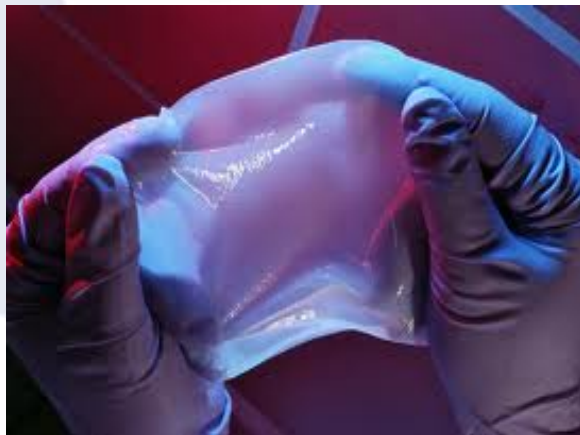
- ✦ Barrière à l'oxygène (OTR)

⇒ L'emballage alimentaire doit avoir:

- ✦ La résistance mécanique pour le transport du produit

- ✦ Stabilité dans différents environnements (température, humidité)

- ⇒ Produit obtenu par désintégration des fibres cellulosesques par procédés mécaniques
- ⇒ Propriétés intéressantes dans plusieurs domaines d'application
  - ⇒ Propriétés mécaniques
  - ⇒ Propriétés barrières



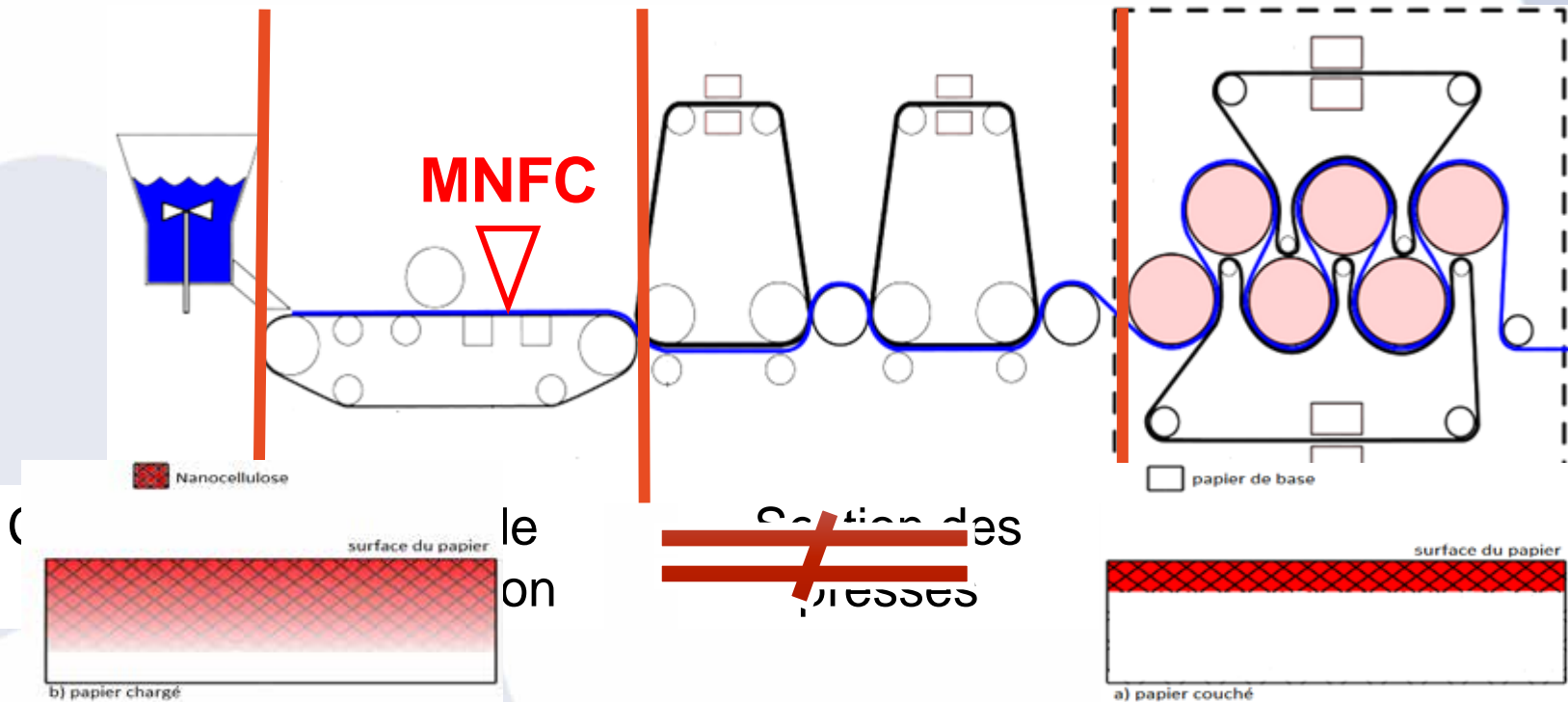
Film de MNFC



Suspension de MNFC

## Objectif

Valoriser la TMP pour créer un papier d'emballage novateur par ajout de la Micro-Nano Cellulose Fibrillée (MNFC)



La TMP sera structurée en z par la MNFC pour acquérir les propriétés nécessaires

- ⇒ Couchage rideau en utilisant l'Hydra Sizer (HS)
- ⇒ Suspension de MNFC avec 20% de  $\text{CaCO}_3$ 
  - ⇒ Origine: fibres d'eucalyptus



Photo de l'hydra sizer

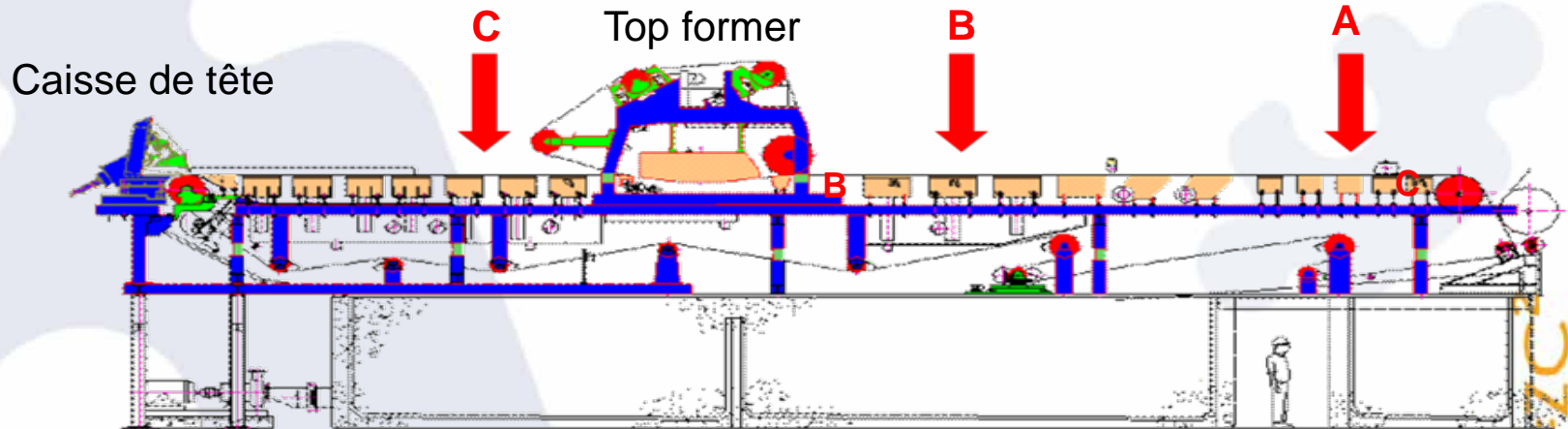


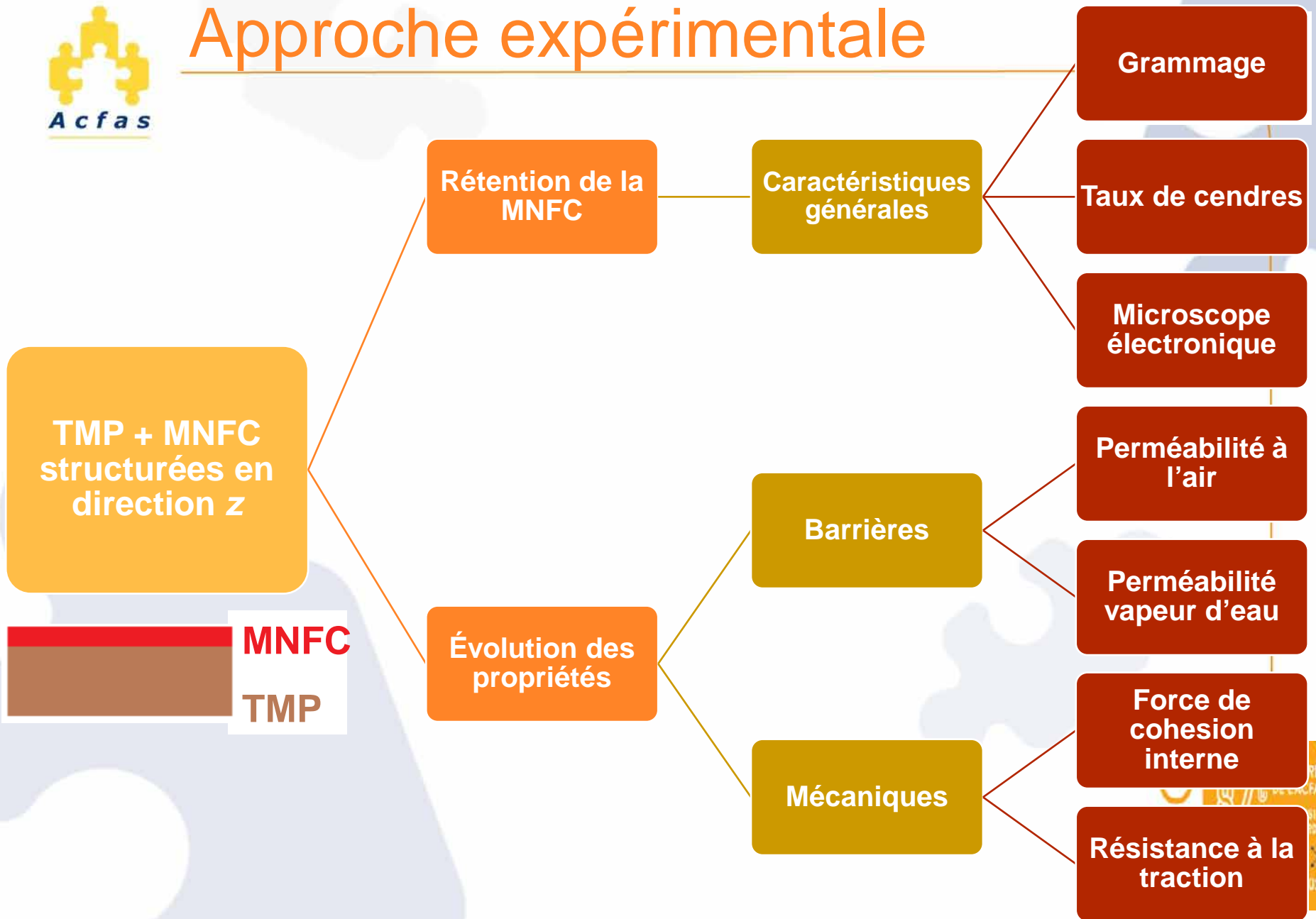
Schéma de la table de formation



Nombre de l'essai	Position de l'Hydra-Sizer	Composition de la solution (%wt)	Débit (L/min)
1	au dessus des caisses aspirantes haut vide (A)	0.5% MNFC	50
2			70
3		0.5% MNFC +0,03% CMC	50
4			70
5	au dessus des caisses aspirantes bas vide (B)	0.5% MNFC	50
6			70
7		0.5% MNFC +0,03% CMC	50
8			70
9	à la sortie de la caisse tête (C)	0.5% MNFC	50
10			70
11		0.5% MNFC +0,03% CMC	50
12			70

- ➔ 50 L/min = 2.8 g/m<sup>2</sup> (2.2 g/m<sup>2</sup> de fibrilles et 0.6 g/m<sup>2</sup> de charges)
- ➔ 70 L/min = 3.9 g/m<sup>2</sup> (3.1 g/m<sup>2</sup> de fibrilles et 0.8 g/m<sup>2</sup> de charges)

# Approche expérimentale



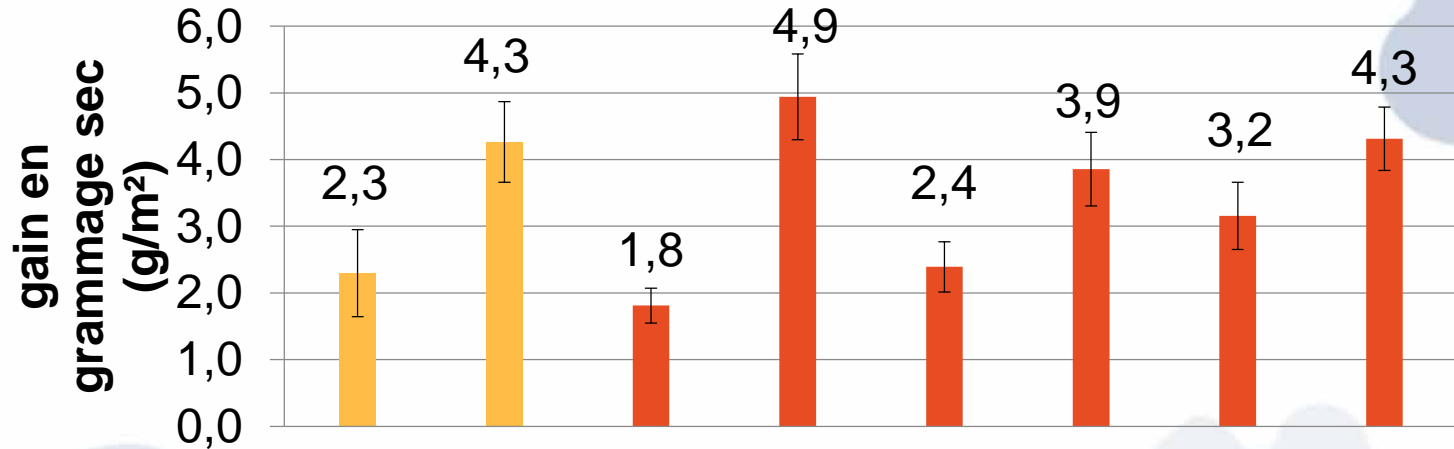
- ⇒ Pas d'essai réussi pour la position C (début de la toile de formation)
  - ⇒ perturbation de la formation de la feuille avant la ligne d'eau
  - ⇒ Besoin d'ajuster la hauteur et l'angle de l'HS

## ⇒ Plan actuel des essais

<b>Numéro de l'essai</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Position de HS</b>	A				B			
<b>CMC (%)</b>	0		0,03		0		0,03	
<b>Débit (L/min)</b>	50	70	50	70	50	70	50	70

- ⇒ Essais réalisés en 2 jours
- ⇒ Deux papiers de base TMP numérotés 0 et 0' pour chaque jour d'essai

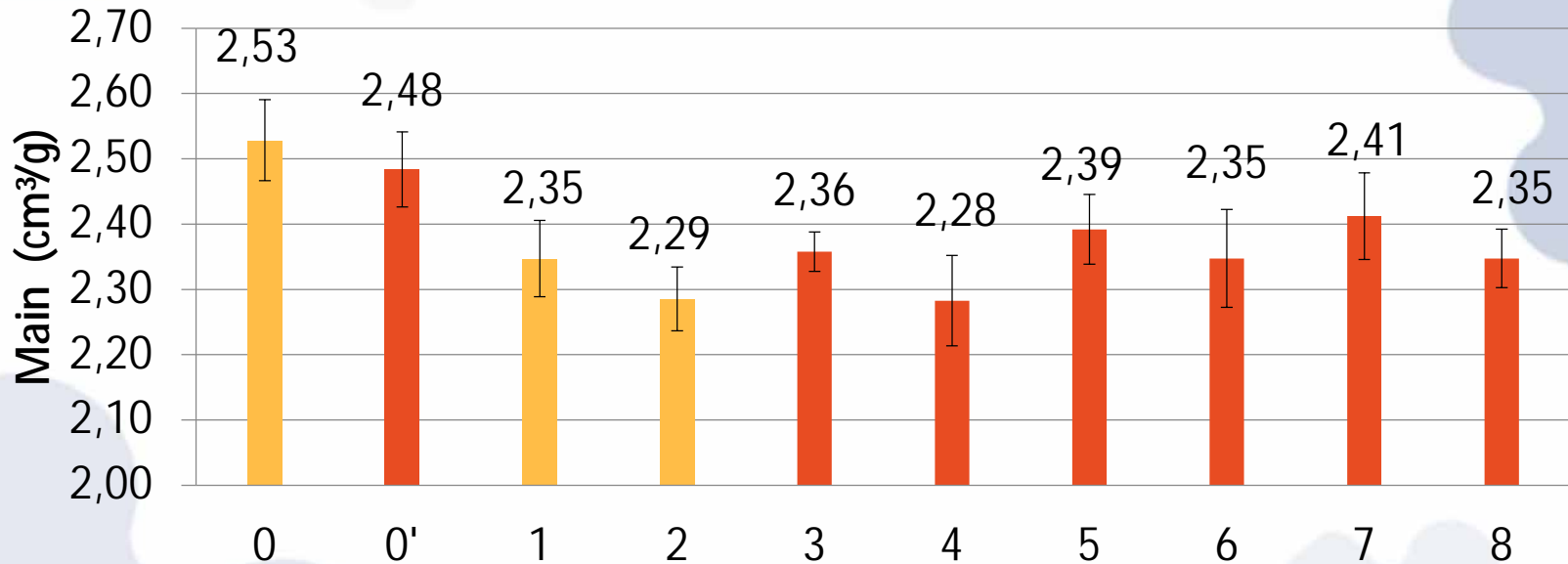
➔ augmentation du grammage sec du papier : Bonne rétention de la MNFC



<i>Numéro de l'essai</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Position de HS</i>	A				B			
<i>CMC (%)</i>	0		0,03		0		0,03	
<i>Débit (L/min)</i>	50	70	50	70	50	70	50	70

➔ Grammage de la MNFC proche des estimations

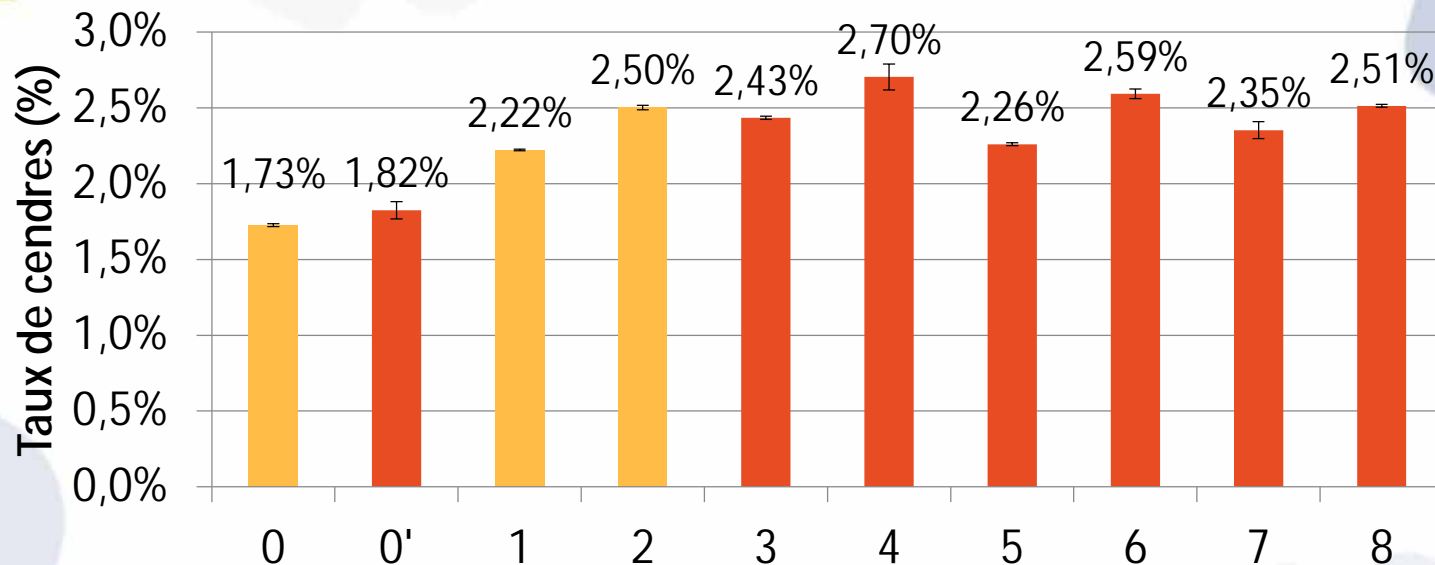
➔ La CMC favorise la rétention de la MNFC



Numéro de l'essai	1	2	3	4	5	6	7	8
Position du HS	A				B			
CMC (%)	0		0,03		0		0,03	
Débit (L/min)	50	70	50	70	50	70	50	70

⇒ Le papier structuré a la même épaisseur que le papier de base

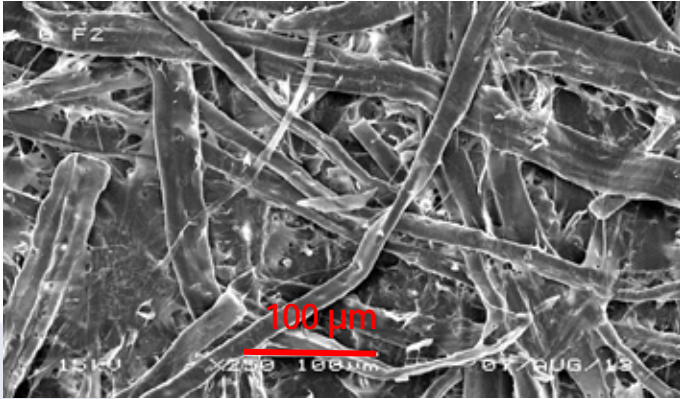
⇒ Effet de densification local



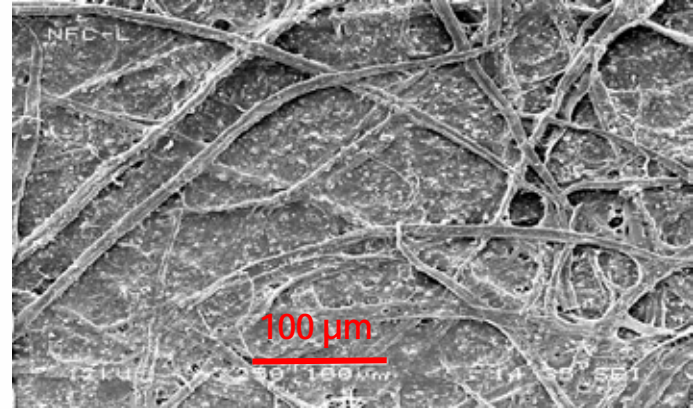
<b>Numéro de l'essai</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Position du HS</b>	A				B			
<b>CMC (%)</b>	0		0,03		0		0,03	
<b>Débit (L/min)</b>	50	70	50	70	50	70	50	70

- ➔ L'ajout de la MNFC fait augmenter le taux de cendres
- ➔ Les charges de la MNFC sont retenues dans la structure du papier
  - ➔ Aucun agent de rétention n'a été utilisé

⇒ Référence pour le MEB

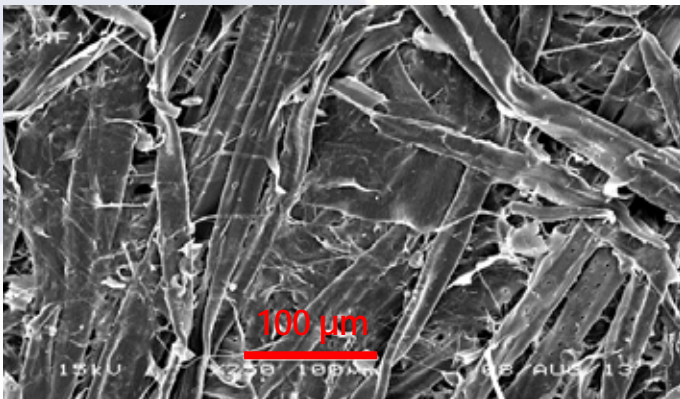


**Papier de base TMP**

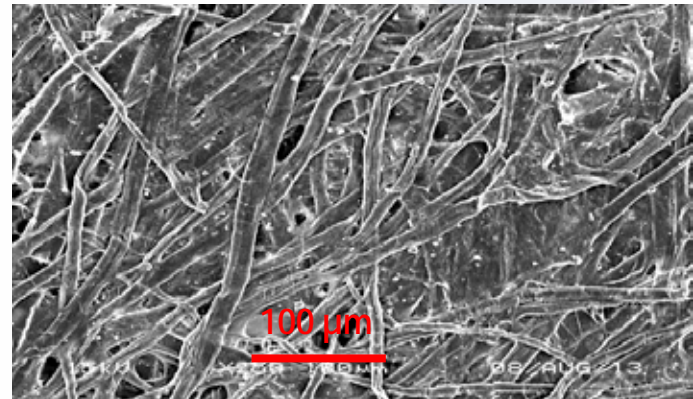


**Film 100% MNFC fabriqué au laboratoire**

⇒ Essai 4: Fin de table, CMC 6%, 4,9 g/m<sup>2</sup>, 70 L/min

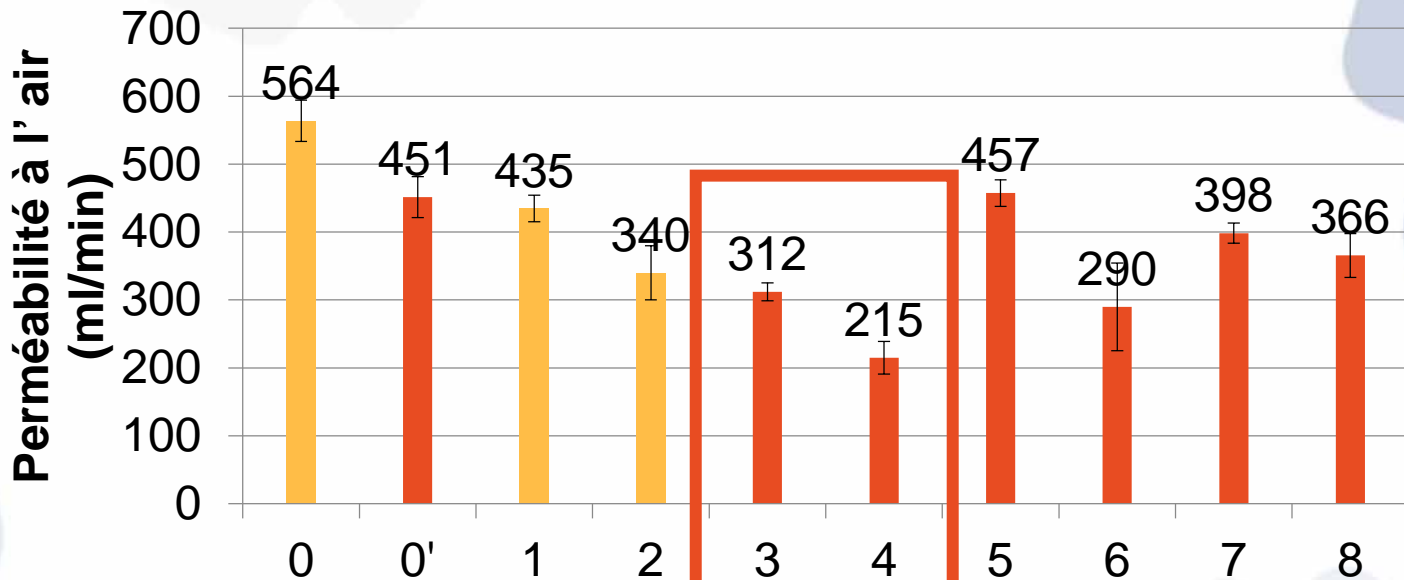


**Face toile (dessous du papier)**



**Face supérieure**

⇒ Peu de différence entre la face toile et la TMP

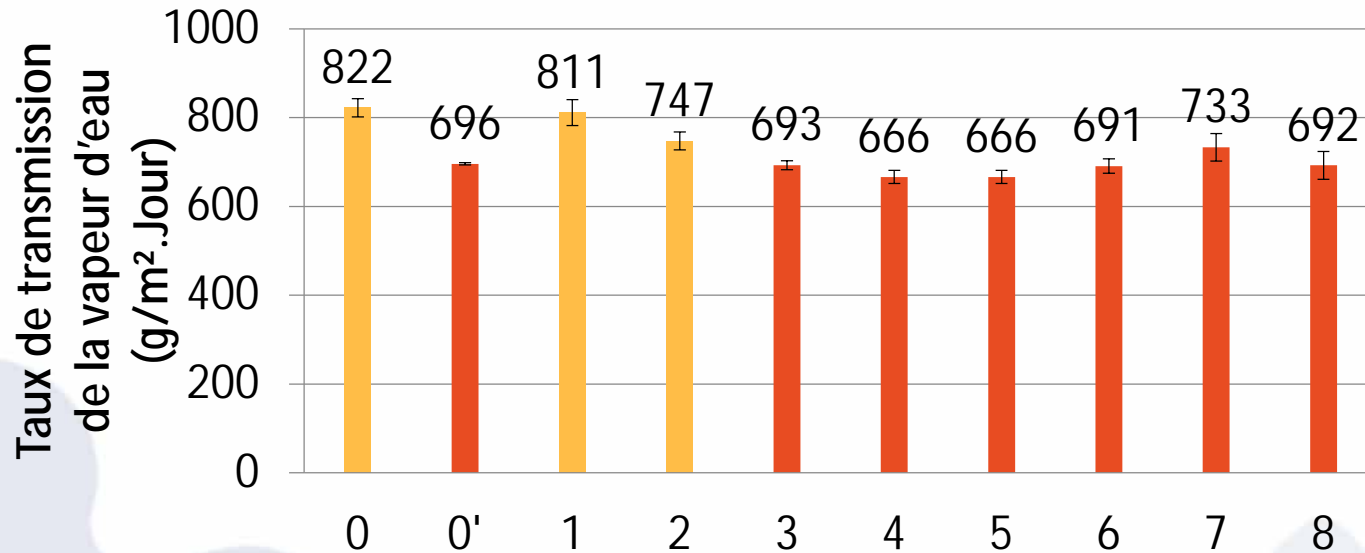


<b>Numéro de l'essai</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Position du HS</b>			A			B		
<b>CMC (%)</b>	0		0,03		0		0,03	
<b>Débit (L/min)</b>	50	70	50	70	50	70	50	70

- ⇒ La perméabilité à l'air diminue avec l'ajout de la MNFC
- ⇒ Placer l'HS à la fin de la table de formation semble réduire d'avantage la perméabilité à l'air (50%)

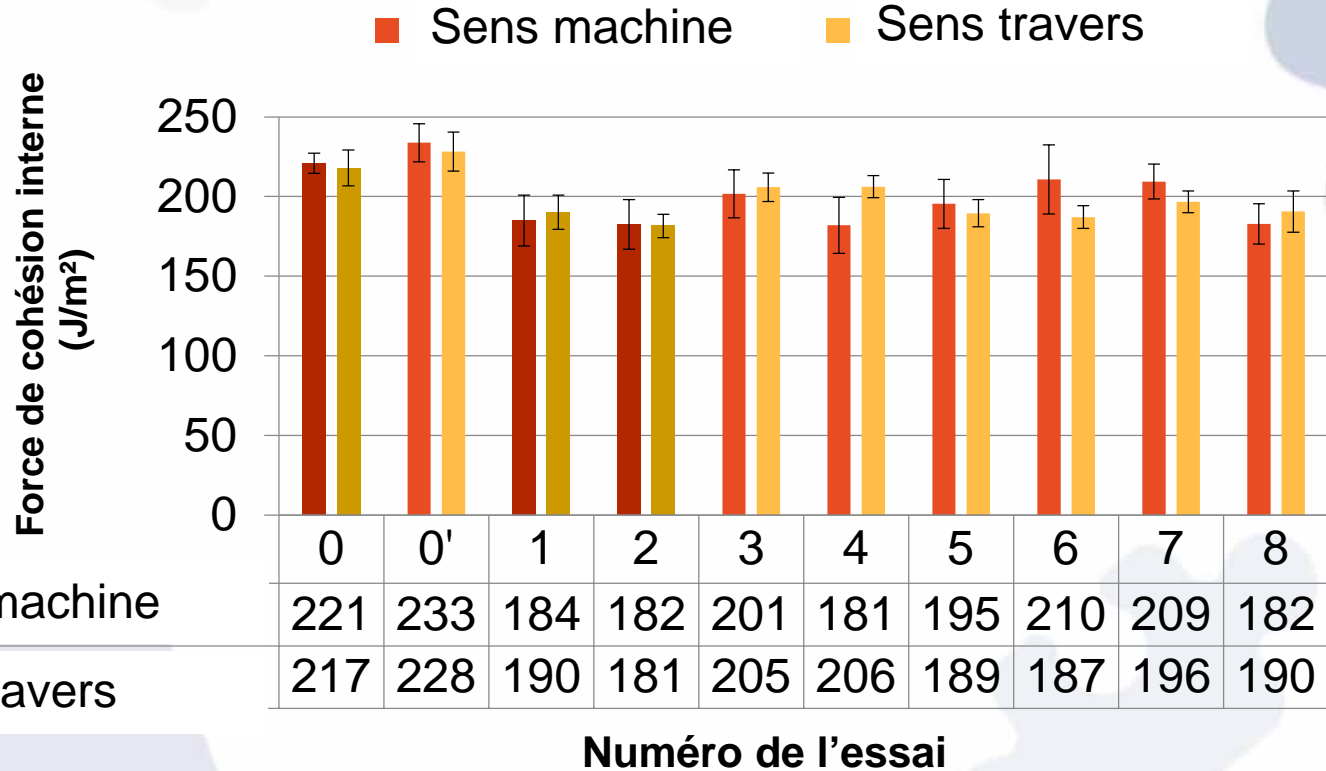


# Taux de transmission de la vapeur d'eau (WVTR)



<b>Numéro de l'essai</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Position du HS</b>	A				B			
<b>CMC (%)</b>	0		0,03		0		0,03	
<b>Débit (L/min)</b>	50	70	50	70	50	70	50	70

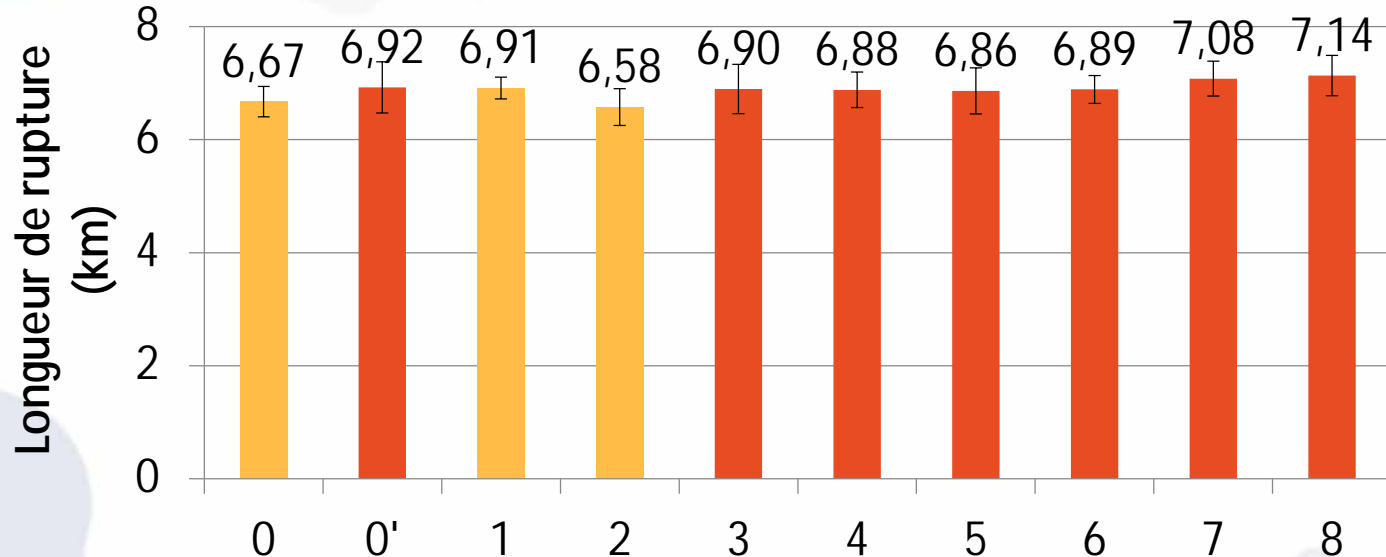
➔ L'ajout de la MNFC a une faible influence sur la barrière à la vapeur d'eau



➡ La cohésion interne diminue légèrement à l'addition de la couche de MNFC

➡ Pas d'influence particulière des différents paramètres

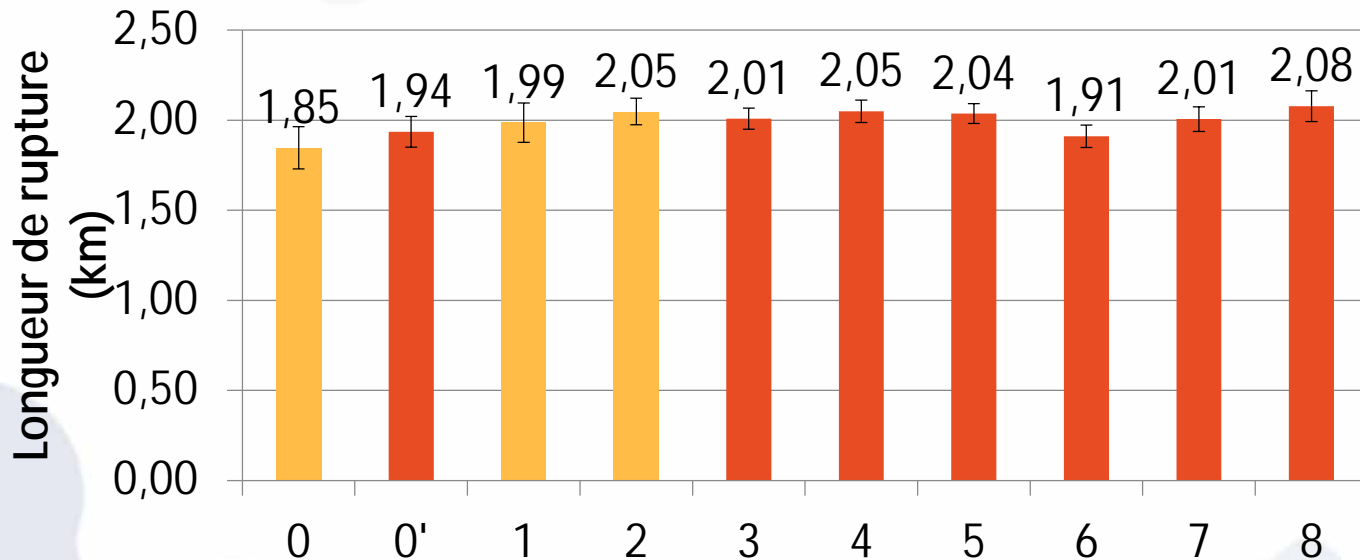
# Longueur de rupture (sens machine)



<b>Numéro de l'essai</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Position du HS</b>	A				B			
<b>CMC (%)</b>	0		0,03		0		0,03	
<b>Débit (L/min)</b>	50	70	50	70	50	70	50	70

➡ Pas d'effet significatif lié à l'ajout de la MNFC sur la longueur de rupture dans le sens machine

# Longueur de rupture (sens travers)



<b>Numéro de l'essai</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Position du HS</b>	A				B			
<b>CMC (%)</b>	0		0,03		0		0,03	
<b>Débit (L/min)</b>	50	70	50	70	50	70	50	70

- ➡ Légère amélioration de la longueur de rupture dans le sens travers
- ➡ Possible orientation préférentielle de fibrilles dans le sens travers
- ➡ Même constatation à l'échelle laboratoire

- ⇒ Confirmation de la rétention de la MNFC sur machine à papier
- ⇒ L'ajout d'une couche de MNFC (8% du grammage du papier) permet de réduire la perméabilité à l'air **jusqu'à 50%** avec l'HydraSizer™ positionné à la fin de la table de formation
- ⇒ Pas d'amélioration de la longueur de rupture dans le sens machine
- ⇒ L'ajout de la MNFC permet d'améliorer les propriétés du papier TMP à l'échelle pilote
- ⇒ Pour atteindre les standards du papier d'emballage d'autres modifications peuvent être apportées

- ⇒ Varier le pourcentage de la CMC (différents niveaux de dispersion)
- ⇒ Utilisation d'une MNFC plus fibrillée
- ⇒ Les propriétés barrières du papier structuré peuvent être amélioré → par exemple traitement hydrophobe
- ⇒ Analyse de la structure par porosité au mercure et comprendre le lien entre la structure et les propriétés

# Merci pour votre attention

