

Traitement thermique du bois - une alternative écologique -

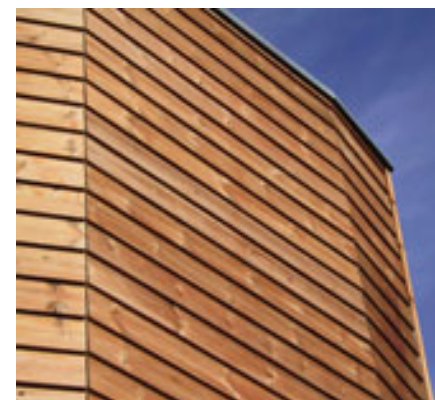
Mounir CHAOUCH
SEREX

- Le SEREX (Service de recherche et d'expertise en transformation des produits forestiers) est un centre collégial de transfert de technologie (CCTT), situé à Amqui dans l'Est du Québec, spécialisé en 2^{ème} et 3^{ème} transformation des produits forestiers
- 14 employés dont 4 chercheurs
- Le SEREX développe des solutions et des pratiques innovantes pour les entreprises œuvrant dans le domaine de la transformation des produits forestiers à valeur ajoutée en offrant des services de recherche appliquée, d'aide technique et de formation
- Ses travaux portent sur :
 - l'amélioration des performances du matériau bois et de ses dérivés;
 - la valorisation chimique et énergétique de la biomasse et des sous-produits de l'industrie des pâtes et papiers;
 - la formulation de résines biosourcées;
 - la fabrication de nouveaux écomatériaux

OBJECTIFS/STRATEGIE/POSITIONNEMENT DU SEREX

- Être une référence au Québec dans le développement de produits et de procédés de transformation novateurs permettant une utilisation optimale de la ressource forestière.
- Être un leader dans les domaines de la transformation du bois, de la chimie durable, des énergies renouvelables et de l'écoconstruction.
- Être reconnu pour son dynamisme et sa contribution à l'offre de programmes et à son support à la formation collégiale.
- Être un partenaire de choix pour ses clients dans leurs activités de recherche appliquée, de développement et de transfert technologique.

- Répondre aux besoins des clients œuvrant dans le domaine de l'écoconstruction surtout pour l'emploi du matériau bois à l'extérieur
- Traitement thermique comme procédés de préservation du bois alternatives aux procédés classiques utilisant des sels ou du créosote
- Répondre à un besoin d'urgence d'utilisation du bois rond issu des éclaircies commerciales

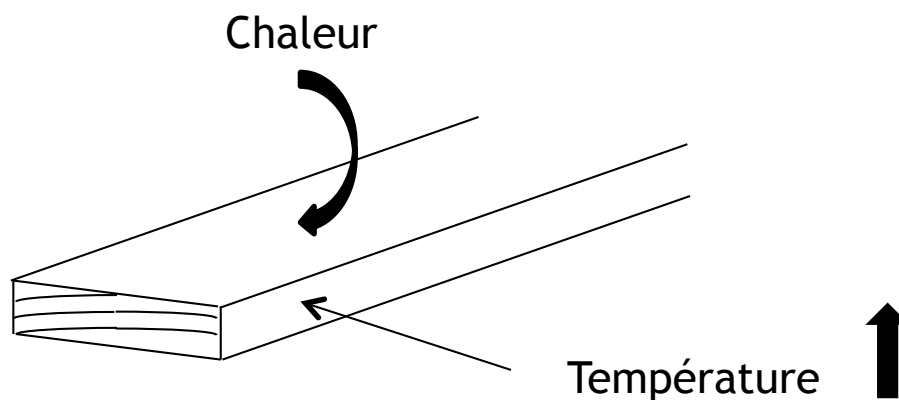


ETAPES DE REALISATION DU PROJET

- 3 projets (Oléothermie, Torréfaction à l'huile et Torréfaction par contact sous vide)
- Pour chaque projet :
 - Conception des enceintes des traitement
 - Traitement des échantillons de bois de grandes dimensions
 - Évaluation des propriétés conférés du bois traité
 - Optimisation des paramètres du traitement

1. Introduction
2. Traitements thermiques conventionnels (État des lieux)
3. Traitement thermique aux huiles végétales (Résultats)
 - Oléothermie
 - Torréfaction
4. Traitement thermique par contact sous vide (Résultats)

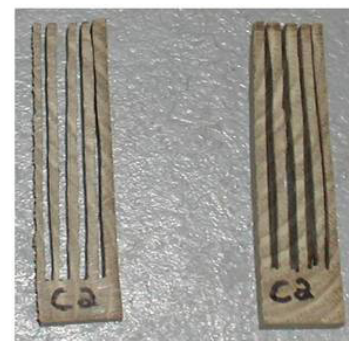
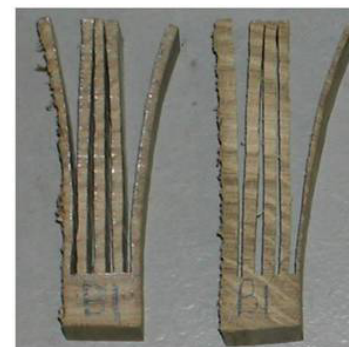
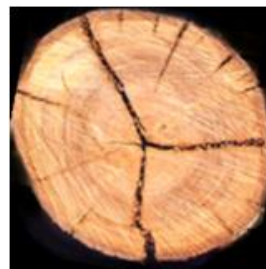
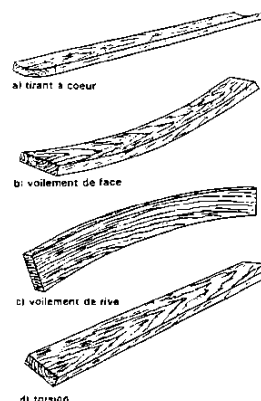
Qu'est ce que le traitement thermique du bois



<u>Vecteur de chaleur :</u>	air, vapeur, huiles ou autres
<u>Transfert de chaleur :</u>	convection, conduction
<u>Niveaux de température :</u>	type d'application et usage
<u>Temps de traitement :</u>	essence, etc.

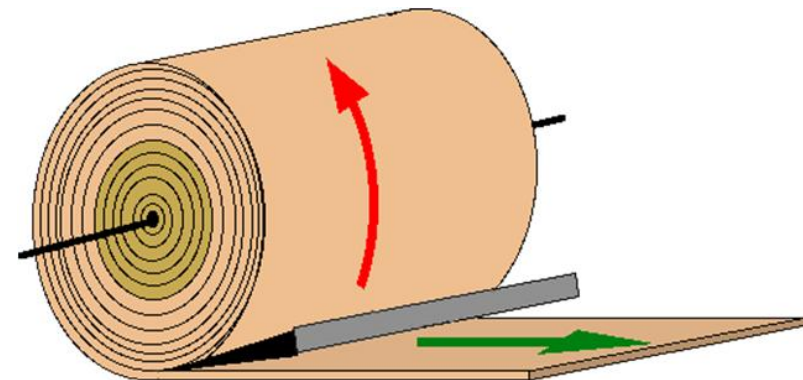
Procédé de séchage du bois :

un séchage mal conduit peut entraîner des courbures longitudinales et transversales, des gauchissements ou même des fissurations



Procédé d'étuvage du bois :

traitement thermo-hydrique (chauffage humide) avant le déroulage ou le tranchage, pour relaxer les contraintes internes



Procédé de cintrage et formage du bois :

ou traitement thermo-hydrique-mécanique dans lequel le bois est chauffé avant pendant le cintrage et le formage.



1. Introduction
2. **Traitements thermiques conventionnels (État des lieux)**
3. **Traitement thermique aux huiles végétales (Résultats)**
 - Oléothermie
 - Torréfaction
4. **Traitement thermique par contact sous vide (Résultats)**

Traitements thermiques conventionnels

Depuis le début des années 1990, plusieurs procédés de traitement du bois à haute température ont été mis au point dans le monde :

procédé de réticulation®,
procédé PLATO®,
procédé ThermoWood®,
procédé bois Perdure® et autres.

Bien que les procédés soient différents sur certains points, ils se résument tous au même principe : une modification du bois à haute température, soit entre 180°C et 250°C, sous atmosphère contrôlée et pauvre en oxygène.

Traitements thermiques conventionnels

Les procédés de traitement de bois à haute température diffèrent par :

- l'énergie utilisée pour la chauffe,
- le type d'installation (four, autoclave, etc.)
- les phases de traitement,
- les températures employées à chaque phase,
- l'agent régulateur (vapeur d'eau, par réinjection de gaz émis lors du traitement ou injection d'azote),
- la pression utilisée,
- la durée du traitement et la capacité des installations

Procédé de rétifification

Le procédé de rétifification a été développé à l'EMSE en France dans les années 1990

Les étapes du traitement :

- 1- Séchage : jusqu'à 150°C.
- 2- Traitement : > 240°C
- 3- Refroidissement par climatisation

Source d'énergie : électricité

Atmosphère : azote

Capacité de production : 17 - 35 m³



À titre d'exemple, le traitement du pin maritime se fait en 8 h alors que celui du peuplier s'effectue en 5h à conditions égales (CTBA 2002).

Procédé ThermoWood

Le procédé thermoWood a été développé en Finland au cours des années 90

Les étapes du traitement :

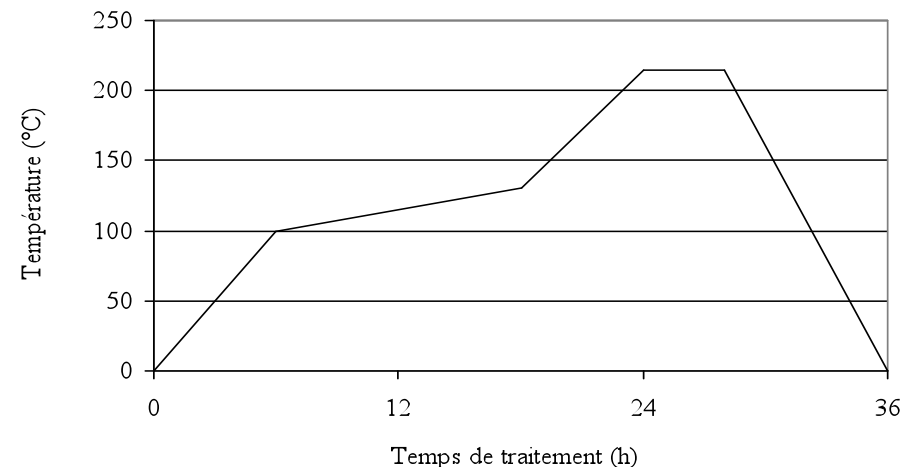
- 1- Préchauffage (100°C) et séchage (130°C)
- 2- Traitement : 185 - 215°C
- 3- Refroidissement (80 - 90°C) par pulvérisation d'eau et conditionnement

Source d'énergie : électricité/gaz naturel

Atmosphère : vapeur surchauffée

Capacité de production : 10 - 500 m³

Temps de traitement : 35 - 45 heures



Procédé Perdure

La première usine a été construite à Nantes, en France, en 1997

Les étapes du traitement :

- 1- Préchauffage: 100 °C
- 2- Traitement : 200 - 230 °C
- 3- Refroidissement par vaporisation d'eau

Source d'énergie : gaz naturel (propane)

Atmosphère : gaz recyclés et brûlés

Capacité de production : 30 - 50 m³

Temps de traitement : 7 - 16 heures



1. Introduction
2. Traitements thermiques conventionnels (État des lieux)
3. **Traitement thermique aux huiles végétales (Résultats)**
 - Oléothermie
 - Torréfaction
4. Traitement thermique par contact sous vide (Résultats)

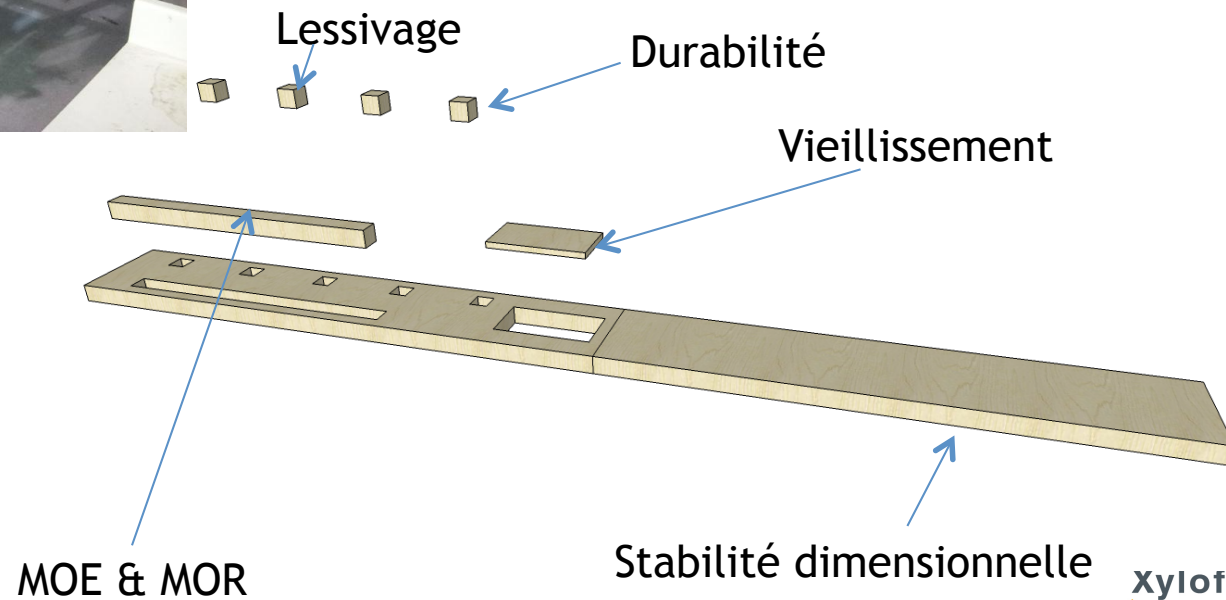
Principe de l'Oléothermie



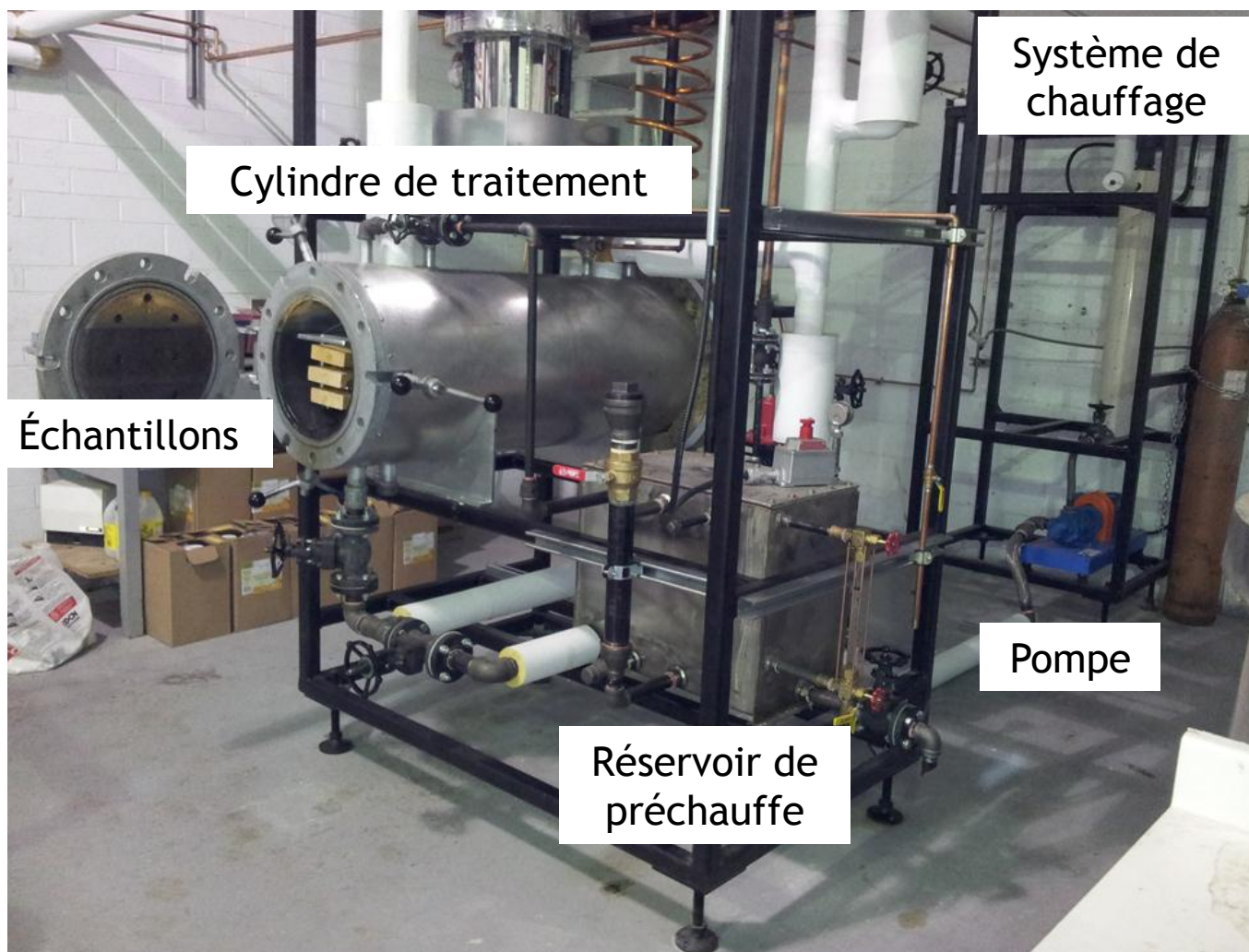
Deux phases de traitement :

- 1^{er} traitement aux bioesters
Séchage et conditionnement
- 2^{ème} traitement à l'huile de lin
Imprégnation

Essais de
caractérisation du bois
traité

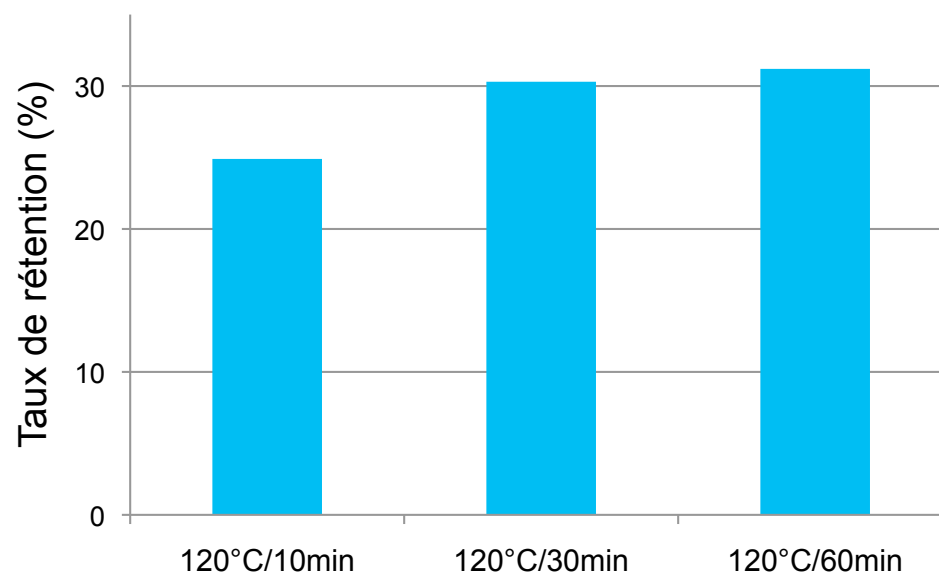


Unité pilote de traitement thermique



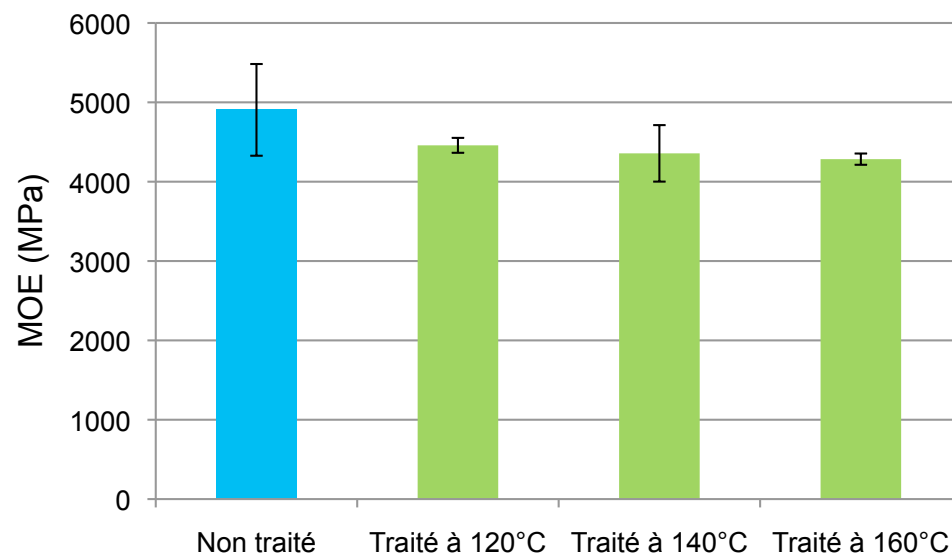
Taux de rétention

- La teneur en humidité après le premier traitement aux bioesters atteint des valeurs variant de 3 à 5 %.
- la profondeur de l'imprégnation dans le bois de cœur varie de 3 à 6 mm.
- Le taux de rétention varie de 17 et 32%.



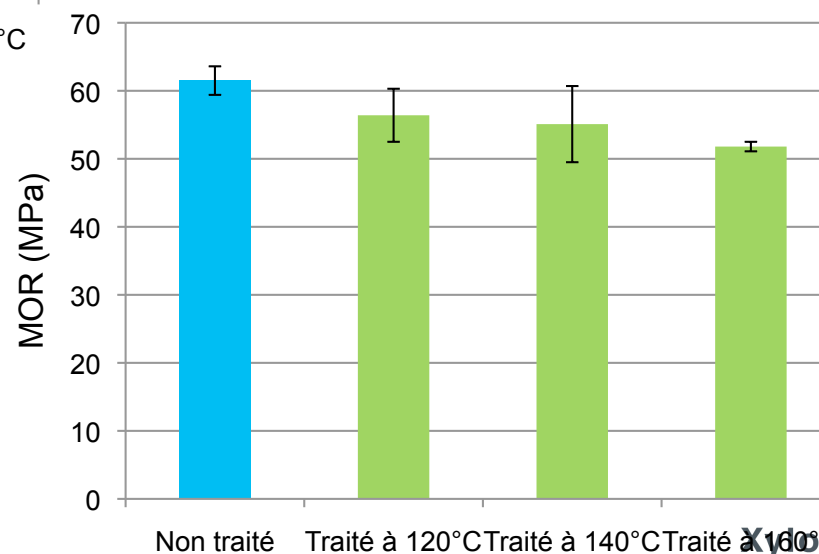
RESULTATS OBTENUS

MOE & MOR

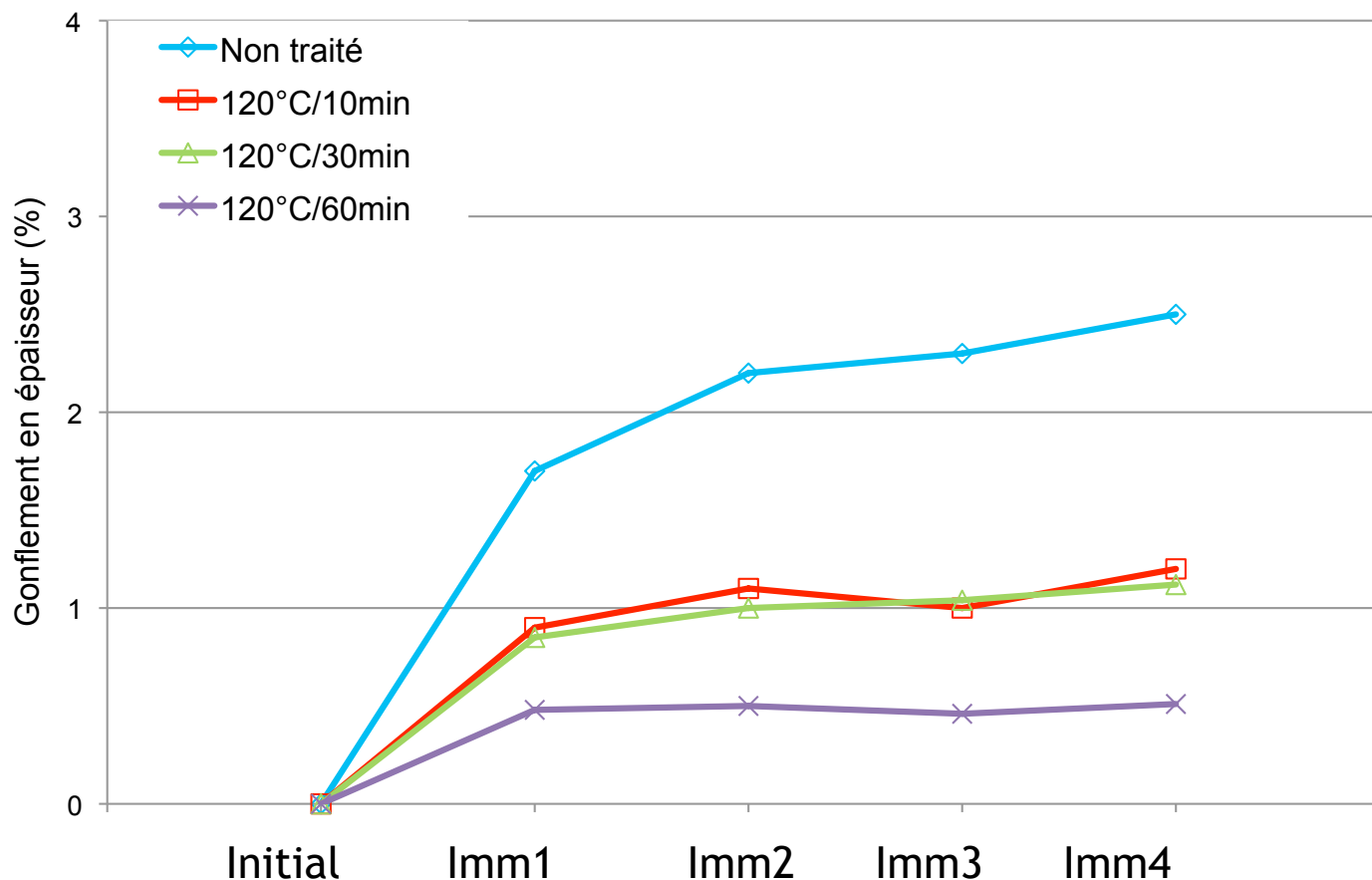


Le traitement entraine une perte de MOE variant de **6 à 13 %** selon les conditions de traitement

Le traitement entraine une perte de MOR variant de **7 à 12 %** selon les conditions de traitement

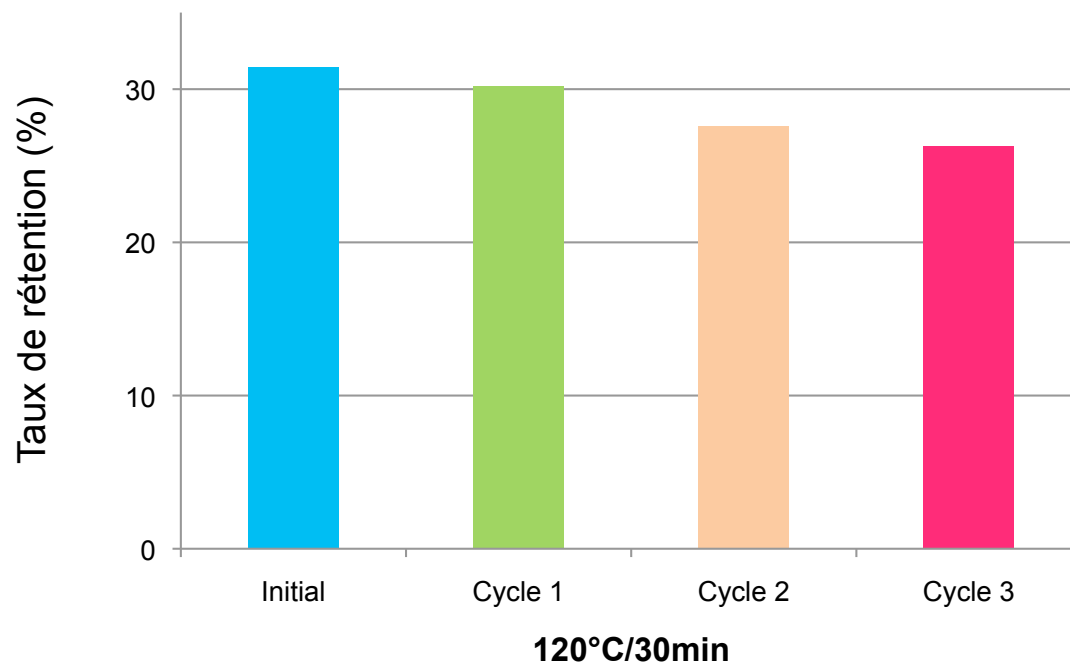


Stabilité dimensionnelle



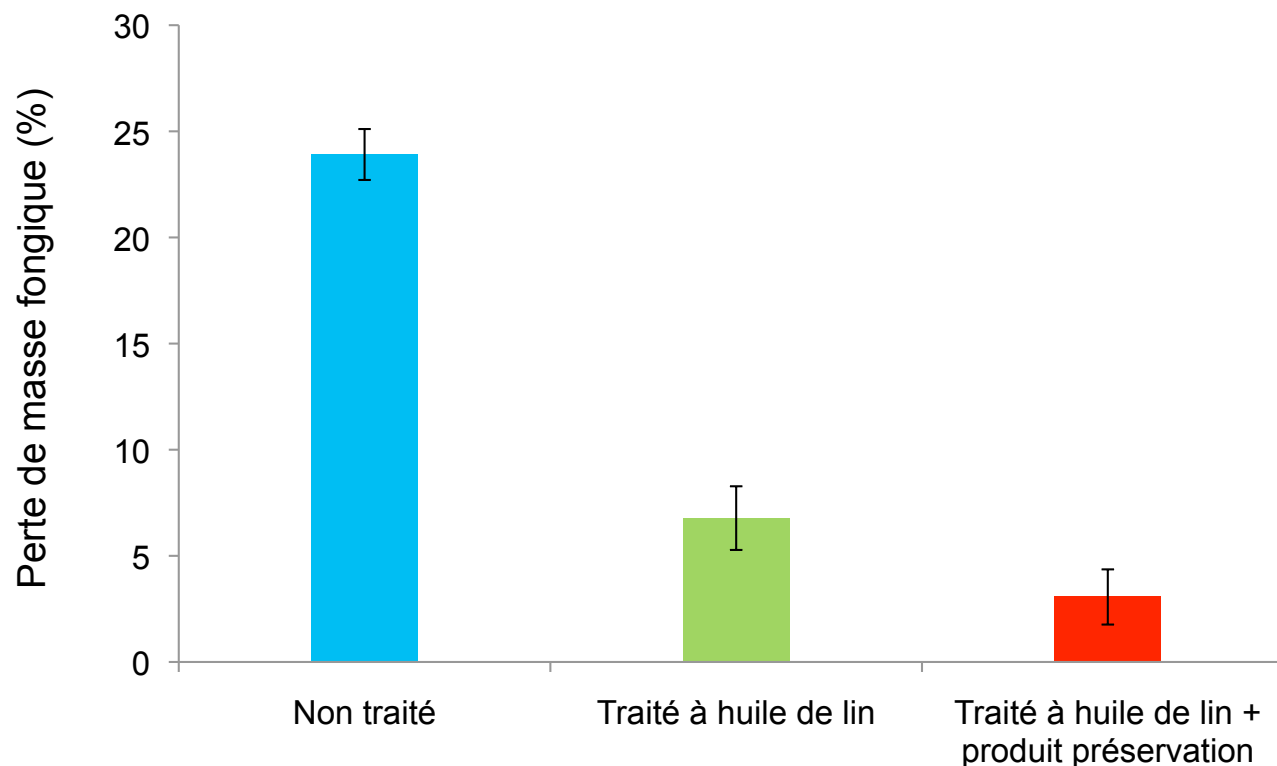
Le gonflement en épaisseur du bois non traité est d'environ **1,5 à 2 fois** plus importante que celle du bois traité

Lessivage



La diminution du taux de rétention durant les cycles de lessivage varie entre **1 et 4%**

Durabilité



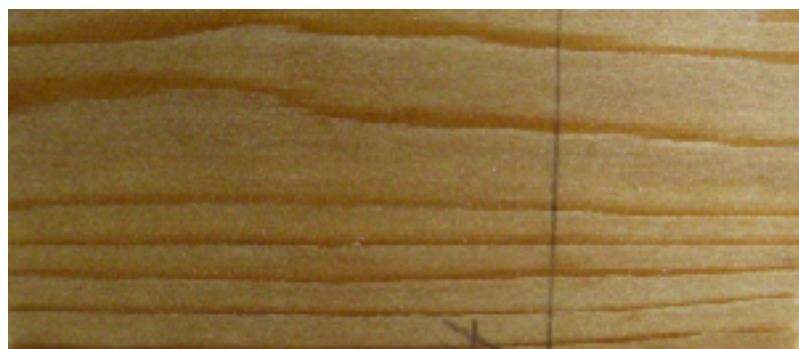
Amélioration de la durabilité dans le cas du bois traité avec l'huile de lin

Amélioration presque totale de la durabilité du bois traité avec l'huile de lin en mélange avec un produit de préservation

Couleur



Tous les traitements tendent à amplifier les contrastes présents initialement dans le bois (cœur/aubier, cernes annuels, etc.)



Tous les traitements semblent apporter une amélioration plus ou moins importante de la stabilité de la couleur du bois

RESULTATS OBTENUS

Traitement des bois ronds - Bois d'éclaircies -



Séchage à l'huile

	Séchage conventionnelle	Séchage à huile
Classe de diamètre	Temps de séchage (h) pour atteindre 12% d'H.	
D-8	158	25
D-10	162	27
D-12	156	31
D-14	175	36

Réduction du temps de séchage par un facteur de 5-6



Fissures moins prononcées (gerces) et moins profondes avec des dimensions nettement inférieures

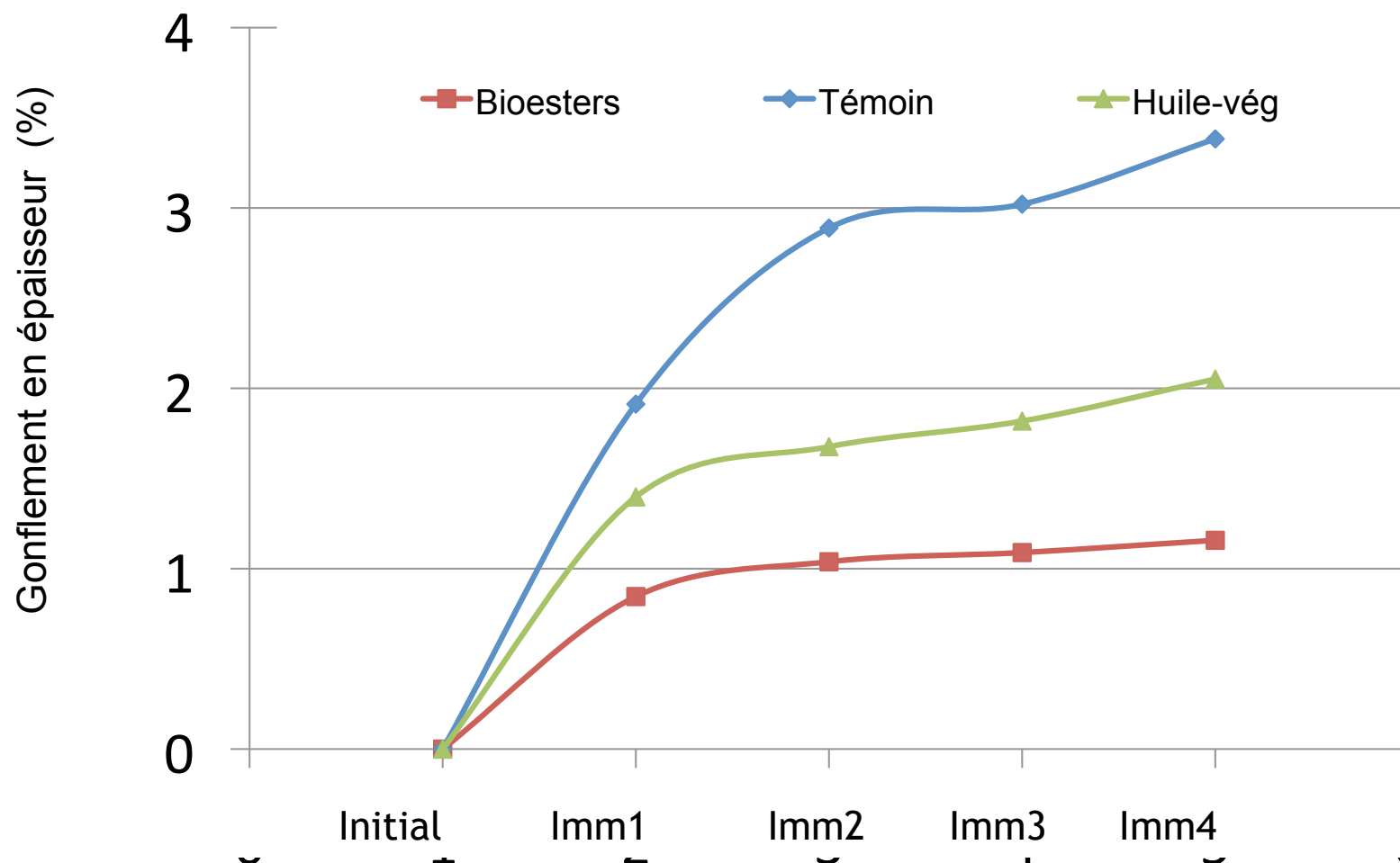
1. Introduction
2. Traitements thermiques conventionnels (État des lieux)
3. **Traitement thermique aux huiles végétales (Résultats)**
 - Oléothermie
 - **Torréfaction**
4. Traitement thermique par contact sous vide (Résultats)

Conditions opératoires du traitement



- Huile de traitement : **bioesters**
huile végétale
- Essences : **peuplier faux-tremble**
épinette blanche
- Température de traitement : **180, 200, 220°C**
- Temps de traitement : **40, 80, 120 min**

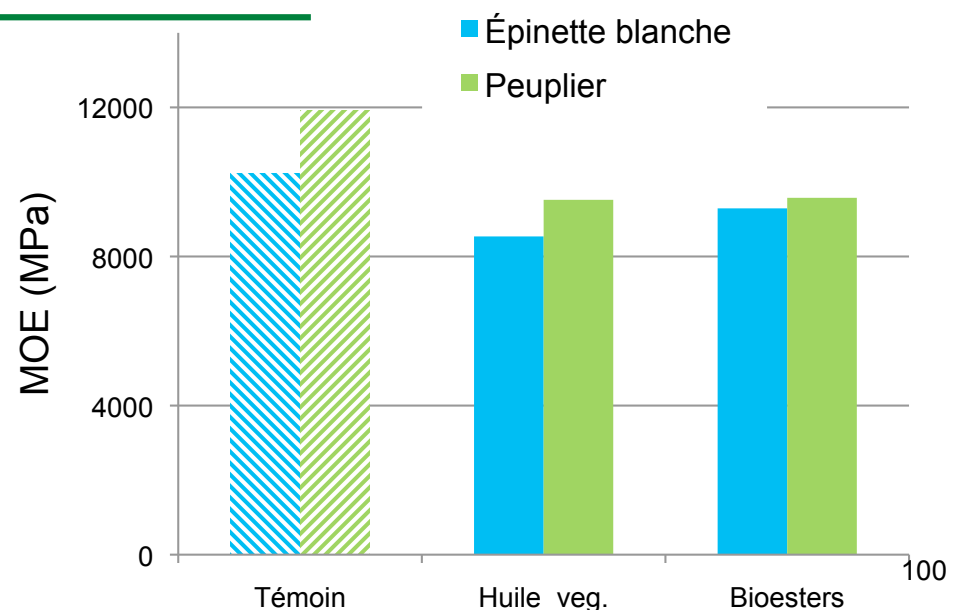
Stabilité dimensionnelle



Gonflement en épaisseur du peuplier faux-tremble traité à 220°C pendant 120 minutes

RESULTATS OBTENUS

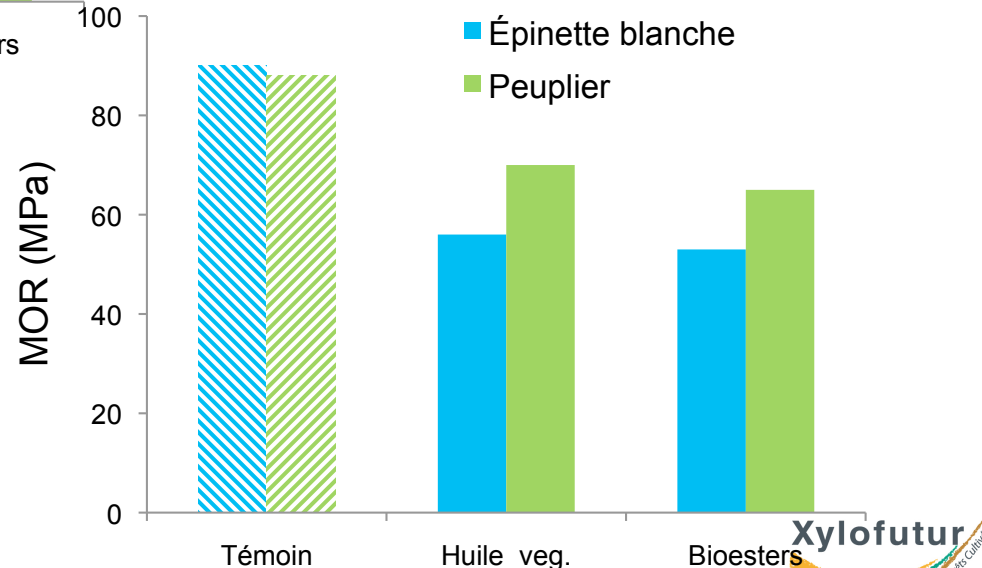
MOE & MOR



Le traitement à l'huile végétale affecte moins le MOR que les bioesters

Traitement de torréfaction à 220°C pendant 120 min

Torréfaction entraîne une perte de MOE et MOR de **15-20** et **20-35** respectivement selon les conditions de traitement

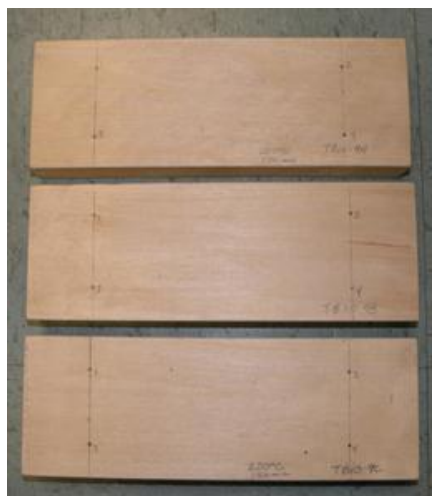


RESULTATS OBTENUS

Couleur

Peuplier faux-tremble
traité aux bioesters

Avant traitement

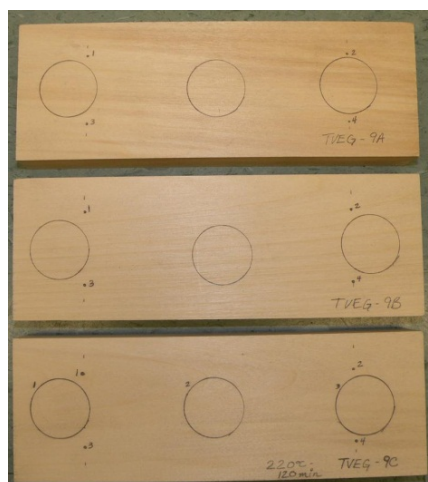


Après traitement



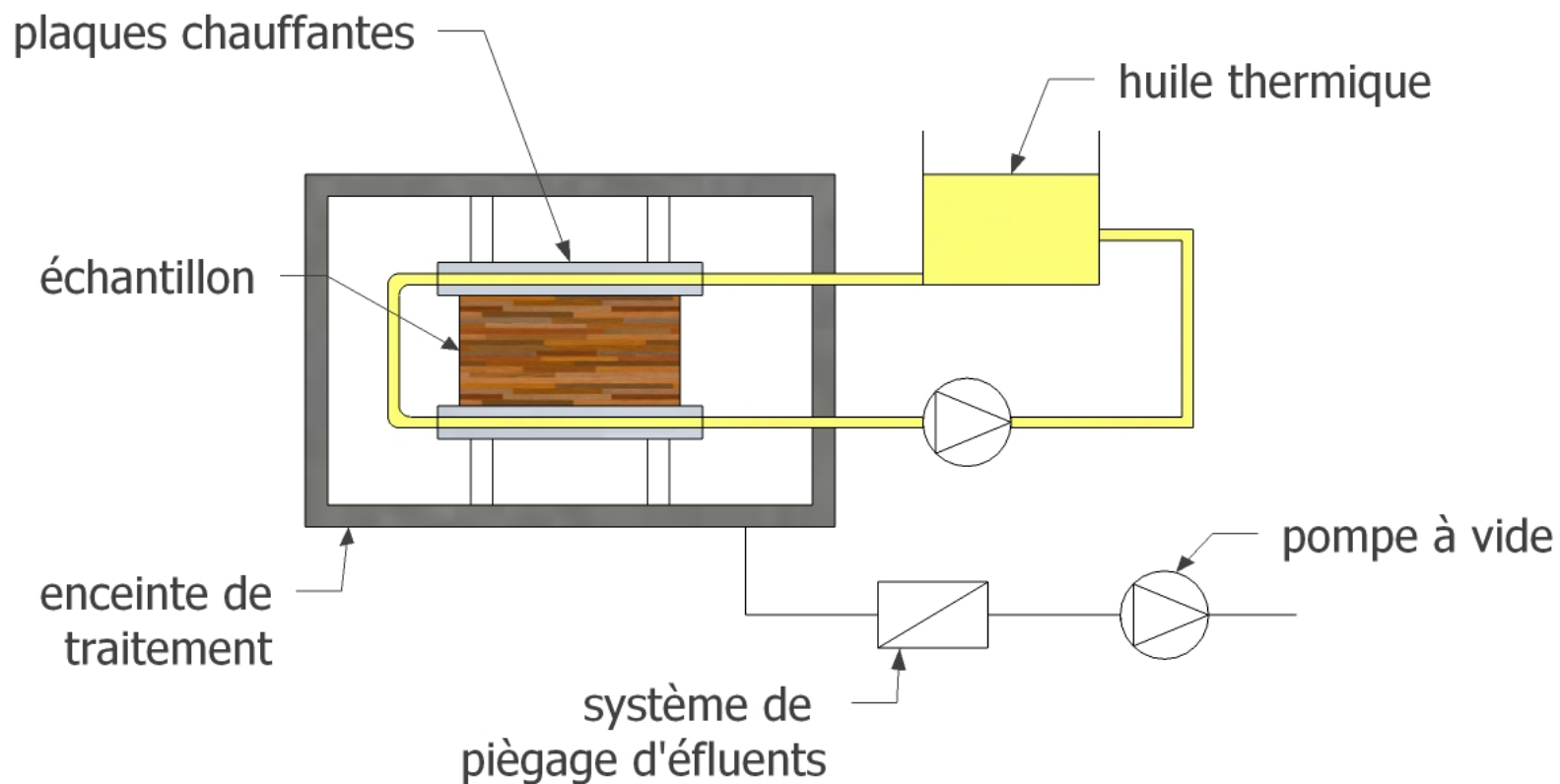
Traitement à 220°C pendant 120 minutes

Peuplier faux-tremble
traité à l'huile végétale



1. Introduction
2. Traitements thermiques conventionnels (État des lieux)
3. Traitement thermique aux huiles végétales (Résultats)
 - Oléothermie
 - Torréfaction
4. **Traitement thermique par contact sous vide (Résultats)**

Unité de torréfaction



Bénéfices

- Traitement uniforme et meilleur transfert de chaleur au bois
- Homogénéité du traitement
- Possibilité d'opérer avec des niveaux de température inférieurs (vide)
- Temps de traitement relativement courts

Applications

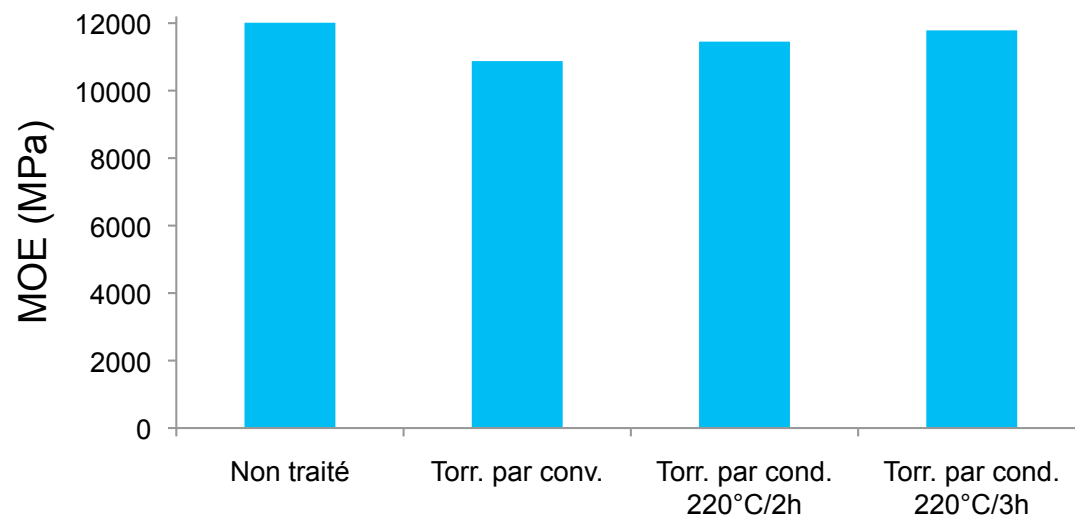
- Toutes les applications du bois torréfié à l'air chaud

Stabilité dimensionnelle

Type de torréfaction	Perte de masse (%)	Gonflement en épaisseur (%)
Non traité	-	5,4
Convection (220° C/3h)	12,5	2,8
Conduction 220° C/750mBar/2h	11,2	2,7
Conduction 220° C/750mBar/3h	13,9	1,6

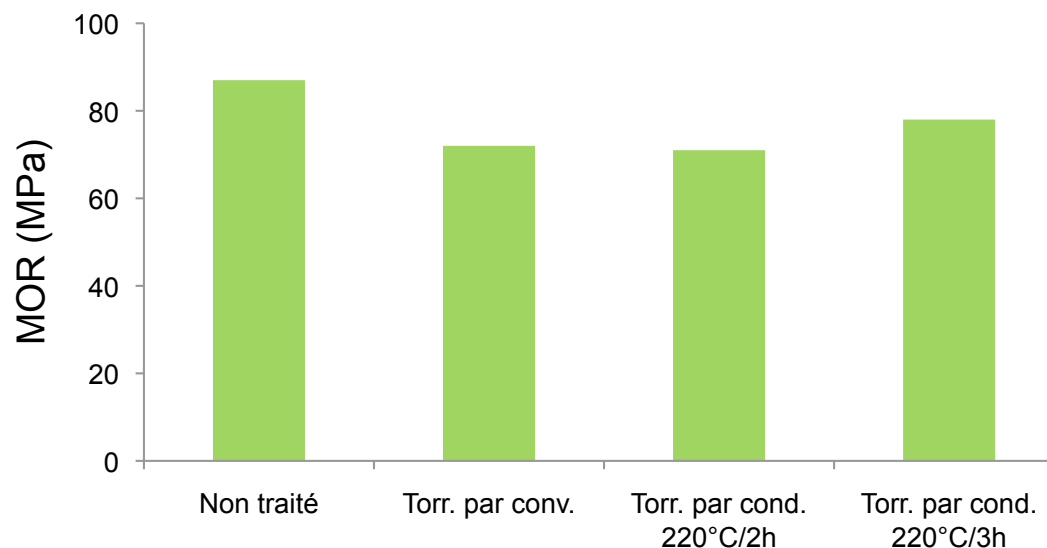
RESULTATS OBTENUS

MOE & MOR

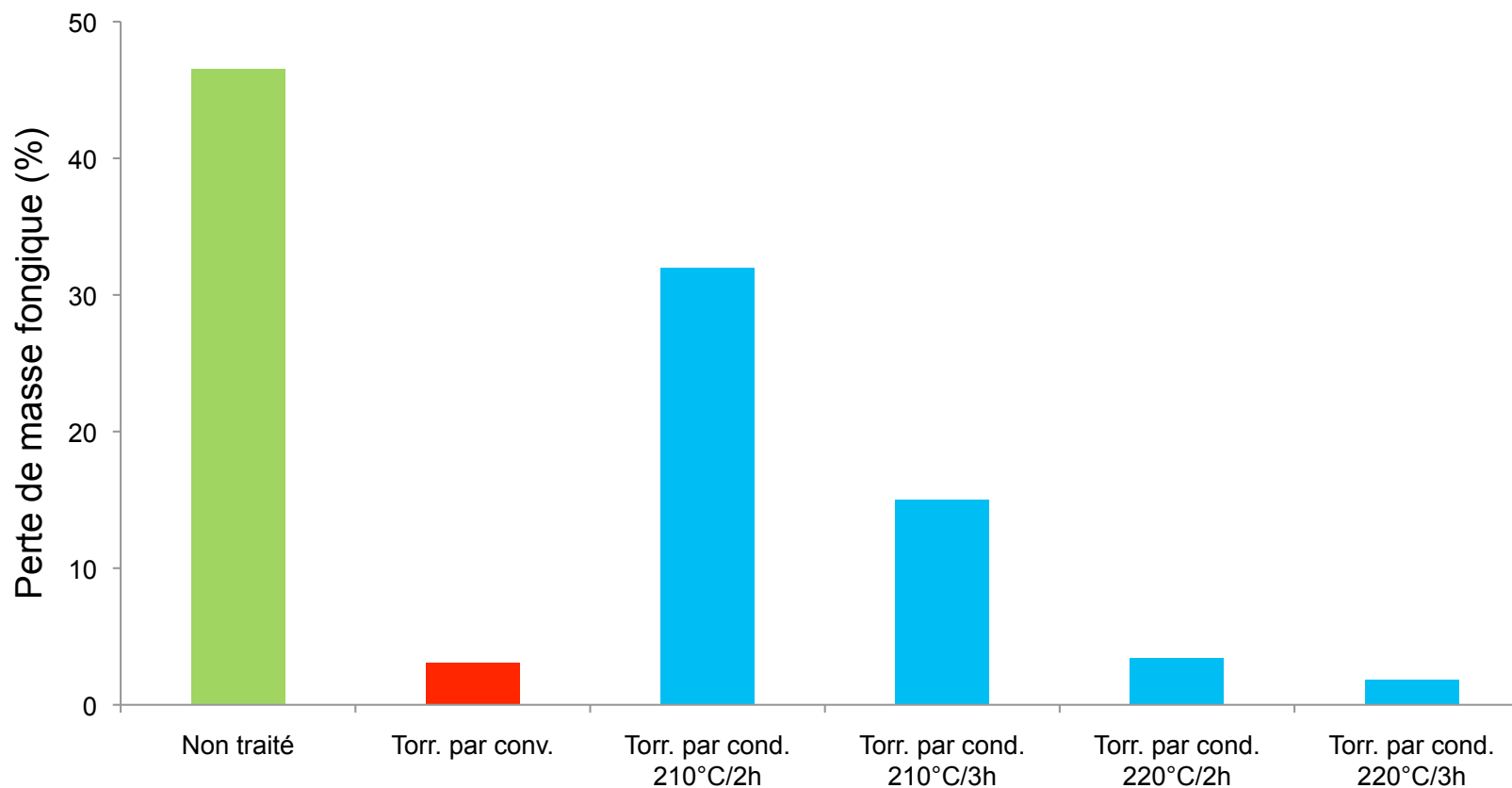


Torréfaction par contact entraîne une perte de MOE et MOR de **5-12** et **10-20%** respectivement selon les conditions de traitement

La torréfaction par contact affecte moins les propriétés mécaniques (surtout MOR) que la torréfaction par convection



Durabilité



Amélioration de la durabilité à des températures de torréfaction élevées (220 °C) comparable à celle du bois torréfié par convection (230 °C)

QUELLES SUITES A DONNER A VOS RESULTATS ?

QUELS OBJECTIFS ?

- Dans le cas de l'oléothermie,
 - Explorer d'autres types d'huiles notamment l'huile du 2^{ème} bain afin de choisir celle qui donne les meilleurs propriétés conférées;
 - Vérifier les propriétés mécaniques du bois rond après séchage dans l'huile pour des usages comme éléments secondaires de structures de petite envergure ou encore comme élément de poutres reconstituées;
 - Transposition à l'échelle semi-industrielle pour la preuve de concept
- Dans le cas de la torréfaction dans un bain d'huile,
 - Étendre la technologie sur d'autre type de bois
 - Modifier l'huile afin d'augmenter sa durée de vie
- Dans le cas de la torréfaction par conduction sous vide,
 - Étendre la technologie sur d'autre type de bois
 - Explorer davantage l'impact du vide
 - Vérifier le compromis entre propriétés conférés et énergie utilisée pour la torréfaction par contact sous vide vs torréfaction par convection
 - Explorer des vernis pour protéger le bois torréfier du phénomène du grisaillement

COMMENT ATTEINDRE CES OBJECTIFS, VOS ATTENTES/VOS BESOINS

- En terme de partenariat de recherche
 - Collaboration avec un labo pour le développement d'une huile durable et résistante à très haute température;
 - Collaboration avec un labo pour développement d'une finition pour le bois torréfié afin de limiter le grisaillement
- En terme de partenariat industriel
 - Partenaire déjà existant pour la torréfaction par convection
 - S'associer avec ce partenaire industriel ou un autre pour pousser les technologies de torréfaction à l'huile ou par contact
- En terme de partenariat financier
 - Partenaire actuel pour poursuivre le développement de ces produits
 - Subventions du Gouvernements fédérale et/ou provincial

- L'oléothermie permet une amélioration de la stabilité dimensionnelle sans affecter les propriétés mécaniques du bois traité et une meilleure durabilité;
- Pour les billes d'éclaircie commerciale, le procédé de séchage à l'huile permet de réduire considérablement le temps de séchage, jusqu'à 6-8 fois comparativement au séchage conventionnel ;
- La torréfaction dans l'huile apporte une amélioration de la stabilité dimensionnelle quelque soit l'huile de traitement (huile végétale ou bioster), mais affecte considérablement les propriétés mécaniques du bois ;
- La torréfaction par contact permet une amélioration de la stabilité dimensionnelle, une augmentation de la durabilité et un affaiblissement des propriétés mécaniques tout en obtenant une meilleure qualité du produit final en terme d'homogénéité de traitement

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Contact :

SEREX

Mounir CHAOUCH - Chercheur

25, Rue Armand-Sinclair

AMQUI (QUÉBEC) G5J 1K3

CANADA

Tél Portable: 1418 629-0418

Tél Fixe: 1418 629-2288

E-mail: mounir.chaouch@serex.qc.ca

Site web: www.serex.qc.ca