

CONTEXTE

- Nécessité de réduire, voire éliminer, les résines pétrochimiques dans l'élaboration des matériaux composites tels que les panneaux agglomérés en bois (panneaux de particules, OSB, etc.).
- Nécessité de réduire les déchets provenant de ces matériaux composites.
- Besoin d'écomatériaux sur le marché.

Objectif : Développement d'écomatériaux entièrement biodégradables en fin de vie constitués de biomasse lignocellulosique (toute sorte de biomasse) et de mycélium de champignons [Photo de mycomatériaux].

HYPOTHÈSES DE DÉPART ET RISQUES

- Substituer les résines synthétiques par le mycélium de champignon (composé de microfilaments appelés hyphes) qui peut jouer le rôle de colle dans la fabrication des matériaux composites.
- Le mycélium de champignon est capable de former un réseau dense à travers le substrat lignocellulosique.
- Mise au point d'un matériau innovant : Mycomatériau, pour divers applications (isolation, emballage, meubles, etc.)

Risques :

- Difficulté au niveau de la vitesse de croissance des champignons sur le substrat lignocellulosique. Une croissance rapide (de l'ordre de quelques jours, voire quelques semaines) est souhaitable pour que le procédé soit économiquement viable en termes de productivité.
- Ne pas obtenir les propriétés ciblées.

AVANCÉE TECHNOLOGIQUE

Plusieurs stratégies ont été adoptées pour élaborer des matériaux composites partiellement biosourcés et à faible empreinte carbone:

- Élaborer des matériaux composites fibres/matrice biosourcée (à base de tannins, d'amidon, de protéines de soya et de dérivé d'huiles végétales).
- Panneaux de fibres naturelles agglomérées dont le principe repose sur la génération de radicaux libres à la surface des fibres lignocellulosiques de sorte que celles-ci puissent s'agréger entre elles sans l'ajout d'adhésif (activation enzymatique, chimique par réaction de Fenton ou photochimique par irradiation gamma).

→ L'utilisation de mycélium de champignon comme liant permet de fabriquer des écomatériaux entièrement biosourcés (Mycomatériaux).

MÉTHODOLOGIE

- Sélectionner les champignons pour chaque type de biomasse.
- Optimiser la période d'incubation des mélanges biomasse/mycélium.
- Élaborer les mycomatériaux thermomoulés.
- Évaluer les propriétés physiques et mécaniques de ces mycomatériaux.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CHAOUCH Mounir, chercheur
DIOUF Papa Niokhor, chercheur
Robillard Amélie, technicienne
SAVOIE Tommy, technicien

RÉSULTATS

- Choix des meilleurs champignons (Ganoderma et Trametes) ayant un fort potentiel de croître sur les substrats lignocellulosiques. Le choix a été fait selon une évaluation visuelle (indice de croissance et indice de cohésion mycélium/substrat, allant de 0 à 4).

Tableau 1. Évaluation de la croissance des champignons sur la biomasse d'épinette blanche (EB) et sur la biomasse du sapin baumier (SB)

Espèce fongique	Champignon / écorce	Indice de croissance (Jour 21)	Cohésion mycélium	Cohesion + indice de croissance
<i>Auricularia auricula-judae</i>	AA-EB	0,75	0,5	1,25
	AA-SB	2	2	4
<i>Flammulina velutipes</i>	FV-EB	2,5	2	4,5
	FV-SB	2	2	4
<i>Fomitopsis pinicola</i>	FP-EB	1	1	2
	FP-SB	1	1	2
<i>Ganoderma resinaseum</i>	GR-EB	3,5	3,5	7
	GR-SB	3,5	3	6,5
<i>Ganoderma tsugae</i>	Gts-EB	1,5	2	3,5
	Gts-SB	0	0	0
<i>Inonotus obliquus</i>	IO-EB	3	3	6
	IO-SB	3	3	6
<i>Pleurotus ostreatus</i>	PO-EB	1,5	2	3,5
	PO-SB	2	2	4
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	PP-EB	1,5	2	3,5
	PP-SB	2,5	2	4,5
<i>Piptoporus betulinus</i>	PB-EB	0,5	0,5	1
	PB-SB	0,5	0,5	1
<i>Trametes versicolor</i>	TV-EB	3	2	5
	TV-SB	3,5	3,5	7

- Les mycomatériaux élaborés avec les 2 champignons retenus présentent de bonnes propriétés isolantes comparables à plusieurs matériaux tels que les mousses phénoliques.

Tableau 2. Conductivité thermique (λ) et facteur R des différents mycomatériaux en fonction de la densité

Mycomatériau	Densité (kg/m³)	λ moyenne (W/m.K)	Facteur R
GR-EB	203,4	0,0537	2,7
GR-SB	209,1	0,053	2,7
TV-EB	235,4	0,054	2,7
TV-SB	288,6	0,0566	2,5
GR-BA*	144,7	0,0477	3
Mousse phénolique	137	0,0553	2,6

* BA : Biomasse agricole

RÉSULTATS (suite)

- Les mycomatériaux élaborés avec les 2 champignons sont très résistantes au feu et ne dégagent que de faible quantité de chaleur totale et peu de fumées.

Tableau 3. Caractéristiques du comportement au feu des différents mycomatériaux

Mycomatériau	Perte masse (%)	TTI (s)	TTF (s)	PHRR (kW/m²)	SEA-mean (m²/kg)	THR 0-300 (MJ/m²)	FPI (kW/m².s)
GR-EB	72,5	22	704	112,4	56,5	20,4	5,1
GR-SB	72,8	55	923	175,4	108,4	32,9	3,2
TV-EB	73,9	18	785	110,7	56,1	21,5	6,1
TV-SB	76,3	38	823	157,4	84,2	31,3	4,1

* BA : Biomasse agricole

- En revanche, ces panneaux présentent de faibles propriétés mécaniques, mais des travaux sont en cours afin d'améliorer ces propriétés.

Tableau 4. Propriétés mécaniques des différents mycomatériaux

Mycomatériau	IB (MPa)	Dureté (N)
GR-EB	0,03	968,9
GR-SB	0,03	2388,7
TV-SB	0,05	2483,1
TV-EB	0,03	2001,2
GR-BA*	0,13	-
Panneau de particule	0,67	2225

* BA : Biomasse agricole

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

Avec l'expertise acquise au cours de ce projet, le centre a pu approcher une entreprise qui œuvre dans la fabrication des matériaux de construction écologiques à base des résidus du chanvre (ArtCan) pour substituer la chaux (liant) utilisé pour assurer la cohésion entre les particules du chanvre.

IMPACT SUR LES ÉTUDIANTS

Implication d'un enseignant du Cégep de Rimouski et d'un stagiaire dans toutes les étapes du projet, de la sélection des champignons jusqu'à l'élaboration des mycomatériaux et leurs caractérisations physicomécaniques.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- Le projet permet d'apporter une réponse aux problèmes liés à l'accumulation, dans le temps et l'espace, des déchets d'origine pétrochimique, au bilan en CO₂ et bien sûr à la gestion durable de la ressource fossile.
- Les mycomatériaux sont entièrement compostables en fin de vie comparés au polystyrène expansé, couramment utilisé pour l'emballage, qui nécessite 500 ans pour sa biodégradation.

COMPÉTITIVITÉ

Le projet permet aux entreprises de développer des écomatériaux entièrement biosourcés à faible coût avec un approvisionnement de la matière première assuré.

DANS UN MONDE IDÉAL

J'aurais aimé explorer d'autres types de champignons et d'autres types de biomasses tout en ajoutant divers éléments nutritifs afin de stimuler le développement de mycélium à travers la biomasse.

FINANCEMENT

Projet financé dans le cadre du programme d'aide à la recherche et au transfert (PART).

