LA RÉFÉRENCE DE L'INDUSTRIE DES POLYMÈRES AU QUÉBEC

# POLYMÈRES QUÉBEC

NOVEMBRE 2026



## Aucun matériau ne coche toutes les cases :

## COMBINEZ POUR VOUS DÉMARQUER

**TARIFS ET CONTRE-TARIFS :**
l'industrie de la plasturgie prise entre deux feux

**LES THERMOPLASTIQUES ÉLASTOMÈRES :**
l'alliance parfaite entre le présent et l'avenir

**LES POLYMÈRES BIOCIDES**
au service des surfaces et textiles techniques de nouvelle génération

# FORUM PLASTURGIE | 2027

**Innover ici : un levier de croissance pour la plasturgie québécoise**

## **27-28 avril** Centre des congrès de Lévis




Découvrez les dernières innovations sur les plastiques, matériaux composites et la fabrication des moules pour propulser votre entreprise.

**Plus de 30 conférenciers du Québec et de l'international, réseautage et salon des exposants.**

*Un rendez-vous unique à ne pas manquer pour tous les professionnels de l'industrie !*

## *Réservez votre place maintenant sur* ***forumplasturgie.ca***

*Comité organisateur :*

Alliance Polymères Québec
Alliés pour innover, développer, attirer et rayonner

CDCQ
Centre de développement des composites du Québec

Cégep de Thetford

PLASTI COMPÉTENCES
Le comité sectoriel de main-d'œuvre de l'industrie des plastiques et des composites

co:alia
Le savoir de la matière | La maîtrise des procédés

RICQ
Regroupement des Industries des Composites du Québec

*En collaboration avec :*

CREPEC
Centre de recherche sur les systèmes polymères et composites à haute performance

*Soutien financier :*

Créneaux d'excellence DU QUÉBEC

En partenariat avec Québec

# POLYMÈRES QUÉBEC

polymeresquebec.com
Vol. 4 N° 2 Novembre 2026


Le magazine Polymères Québec offre de l'information ciblée pour les besoins des acteurs de l'industrie des plastiques, des matériaux composites, des textiles techniques et des caoutchoucs au Québec.


### SERVICE AUX LECTEURS

Pour toute question concernant les abonnements imprimés et numériques ou la publicité, veuillez contacter

**Alliance Polymères Québec**

**Tél. :** 418 903-0763
**Courriel :** magazine@alliancepolymeres.org

### RÉDACTEUR EN CHEF ET ÉDITEUR

**Simon Chrétien**
Alliance Polymères Québec
**Tél. :** 418 903-0763
**Courriel :** schretien@alliancepolymeres.org

### MISE EN PAGE ET COUVERTURE

Stephanie Smith
Phase 3 - Votre partenaire graphique

### RÉVISION LINGUISTIQUE

Martine Hubert

### IMPRIMÉ AU CANADA

**ISSN 2817-1187** (Imprimé)
**ISSN 2817-1195** (En ligne)
Convention de publication postale **N° 44004071**

### TARIFS

**Canada :** 12,95 $ plus taxes applicables
**Étranger :** 25,95 $ (CAD) plus frais d'envoi postal

**Tirage :** 2 000 exemplaires



© 2026 Alliance Polymères Québec. Tous droits réservés.

Aucune partie du contenu éditorial de cette publication ne peut être réimprimée sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

Les opinions exprimées dans ce magazine ne sont pas nécessairement celles du rédacteur ou de l'éditeur. Aucune responsabilité n'est assumée pour les erreurs ou les omissions. Toute publicité est soumise à l'approbation de l'éditeur. Cette approbation ne signifie pas que l'éditeur approuve les produits ou services annoncés. L'éditeur se réserve le droit de refuser toute publicité qui ne répond pas aux normes de la publication. Les articles et autres éléments y figurant sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.



**Adresse postale :**
C. P. 59041, COP Bourg-Royal, Québec (Québec) G2L 2W6


Recyclable



## MOT DU RÉDACTEUR EN CHEF

### LES MATÉRIAUX AVANCÉS : UNE OCCASION À SAISIR, ENSEMBLE

Les grandes transformations industrielles créent toujours deux catégories d'entreprises : celles qui les subissent et celles qui les transforment en avantage concurrentiel. La montée en puissance des matériaux avancés fait partie de ces changements qui redessinent déjà l'industrie manufacturière mondiale.

Longtemps, les plastiques, les matériaux composites, les textiles techniques et les caoutchoucs ont évolué dans des univers distincts. Aujourd'hui, les innovations les plus prometteuses reposent sur leur combinaison. Allègement des structures, intégration de plusieurs fonctions dans une même pièce, amélioration de la durabilité ou réduction de l'empreinte environnementale : les défis actuels exigent une approche où chaque famille de matériaux apporte sa valeur ajoutée.

Les marchés mondiaux des matériaux avancés connaissent une croissance soutenue, stimulée par la défense, l'aéronautique, l'électrification des transports, les énergies renouvelables, la construction et les infrastructures intelligentes. Derrière ces investissements se cachent d'importantes occasions pour les entreprises québécoises capables d'innover, de collaborer et de développer des solutions à forte valeur ajoutée.

Cette édition met en lumière cette nouvelle réalité. Plus qu'une évolution technologique, il s'agit d'un changement de paradigme où la compétitivité repose autant sur la collaboration que sur l'expertise technique.

La création de l'Accélérateur québécois des matériaux avancés illustre parfaitement cette vision en rapprochant les secteurs des plastiques, des composites, des textiles techniques et des caoutchoucs. Nous espérons que les exemples présentés dans ce numéro vous inspireront à explorer de nouveaux partenariats, à développer de nouveaux marchés et à imaginer les innovations qui façonneront l'industrie manufacturière de demain.

En mettant davantage nos forces en commun, nous avons l'occasion non seulement de suivre les grandes tendances mondiales, mais aussi de contribuer à les définir.

Je vous souhaite une excellente lecture.

Cordialement,

Simon Chrétien, M.Sc.
Directeur général - Alliance Polymères Québec
schretien@alliancepolymeres.org

# CONSEILS D'EXPERTS

## LE PONÇAGE DES COMPOSITES ET DES PLASTIQUES : TROIS QUESTIONS FRÉQUENTES

**Avis de non-responsabilité :** les informations contenues dans cet article sont fournies à titre indicatif uniquement. L'auteur décline toute responsabilité quant aux conséquences découlant de leur utilisation. Il appartient au lecteur de vérifier l'absence de risques et de s'assurer de l'adéquation des informations avant de les appliquer. Ces textes ne constituent ni des recommandations ni des conseils spécifiques. Chaque situation étant unique, une évaluation personnalisée et adaptée est nécessaire.

**Par Julie Arcand[1], collaboration spéciale**

### Quel est le meilleur compromis entre performance et durée de vie d'un abrasif ?

Bien qu'il existe plusieurs grains abrasifs, deux sont principalement considérés pour le sablage des matériaux composites. Puisque la fibre de verre a elle-même des propriétés abrasives, trouver le bon équilibre entre le taux d'enlèvement et la durée de vie peut présenter un défi. Il peut être alléchant de préconiser les grains de céramiques, ils sont très présents dans l'offre des manufacturiers de produits abrasifs et leur durée de vie est supérieure à celle de tous les autres grains abrasifs. Cette grande durée de vie est directement liée à certains enjeux comme l'encrassement de l'abrasif ou la surchauffe du matériau à sabler. La résine se trouvant dans la matière première, avec le temps, vient se loger entre les grains abrasifs, les empêchant d'avoir un contact direct avec la surface à sabler, causant ainsi une friction et finalement, un dégagement de chaleur excessif. Le deuxième grain abrasif à considérer pour le sablage des plastiques et composites est la silice de carbure. Étant très friable, il offre un taux d'enlèvement incomparable. En effet, la nature du grain crée constamment de nouvelles arêtes lors du sablage, encore une fois, cette propriété est directement liée à certains enjeux, comme la faible durée de vie.

Alors, comment choisir ? En général, les produits abrasifs en silice de carbure seront plus performants pour les applications de finition, ou la pression sur les grains sera moins grande. La nature tranchante du grain permettra d'obtenir une surface uniforme rapidement et donc d'éviter l'encrassement précoce et la surchauffe de la pièce à travailler. La céramique sera quant à elle préférée pour le sablage ou une grande quantité de matière doit être enlevée. Les grains abrasifs plus grossiers, étant plus espacés sur le support, permettront de réduire la vitesse de l'encrassement.

### Comment bien protéger mes opérateurs contre les poussières nocives ?

La captation des poussières nocives lors du sablage des plastiques et composites est un enjeu de santé et sécurité crucial pour les entreprises. Les poussières très fines et volatiles doivent impérativement être traitées à la source. Pour ce faire, plusieurs options sont envisageables et la combinaison des deux solutions ci-après mentionnées est, selon nous, la solution optimale. Les travaux de sablages effectués sur une table d'aspiration permettent la captation d'une partie des poussières libérées lors du sablage, à même la surface de travail. Cette solution permet de s'assurer que le plan de travail est exempt de poussière en tout temps. Mais qu'en est-il des poussières qui sont propulsées dans l'air lors du sablage ? Le travail avec des outils ayant une aspiration à la source permet de collecter les poussières instantanément au fur et à mesure qu'elles se libèrent de la matière travaillée. Une grande variété d'outils est disponible avec de tels dispositifs, que ce soit pour la coupe, le sablage, le perçage ou l'ébavurage. Les outils munis d'un système d'aspiration à la source doivent être reliés à un collecteur central qui filtrera l'air contaminé. L'instauration d'un tel système nécessite de la planification et un investissement considérable, c'est pourquoi il est important d'établir un plan d'action avec un spécialiste. Plusieurs aspects doivent être évalués avant de le mettre en place comme le débit d'air disponible, la nature des particules à filtrer ou encore la puissance du collecteur.

### Quand dois-je opter pour un outil diamanté réutilisable ?

Bien que le coût d'acquisition des outils diamantés réutilisables soit supérieur à celui des outils jetables, ils peuvent être une option avantageuse. Outre le fait qu'ils constituent une option écoresponsable, les outils réutilisables sont généralement conçus avec des diamants de meilleure qualité, et offre des technologies d'application plus performantes, comme le P.B.S. Lorsque la durée de vie de l'outil diamanté est terminée, le support en acier peut être retourné au manufacturier pour que celui-ci applique une nouvelle couche de diamant. Cette option est souvent recommandée pour les travaux répétitifs, les contrats de production à longue durée ou encore les applications robotisées où il est possible de quantifier les économies de temps, et de productivité. Cependant, pour les travaux sporadiques ou n'ayant pas de prévisibilité quant au nombre de pièces à travailler, le choix d'un outil jetable est préférable. En résumé, pour que l'achat d'un outil diamanté réutilisable soit justifié, le nombre de replacages doit pouvoir être estimé et ensuite comparé avec le coût d'un outil à usage unique.

**Il importe de ne pas hésiter à faire appel à un spécialiste en abrasifs qui saura vous guider pour identifier le bon produit et faire le choix le plus rentable pour votre application.**



Outil de ponçage avec aspiration à la source — Source : Dynabrade

Source : 3M — Grains céramiques

Grains silice de carbure — Source : Klingspor

1 Julie Arcand est présidente de Les Abrasifs EA inc. (jarcand@abrasifsea.com)

# TABLE DES MATIÈRES


4 Conseils d'experts

6 Nouvelles en bref

## NOUVELLE INITIATIVE

8 Accélérateur québécois des matériaux avancés

## ÉCONOMIE

10 Tarifs et contre-tarifs : l'industrie de la plasturgie prise entre deux feux

## MATÉRIAUX AVANCÉS

12 Aucun matériau ne coche toutes les cases : combinez pour vous démarquer

## FORMATION - RESSOURCES HUMAINES

14 L'apprentissage en milieu de travail : un partenariat gagnant pour la formation de la relève

18 Avant d'innover, encore faut-il pouvoir parler

22 Intégrer les étudiants-chercheurs au cœur de l'industrie de la plasturgie

## INNOVATION

24 Le potentiel des matières biosourcées en fabrication additive : vers une substitution durable des matières pétrosourcées

26 Le moulage adaptatif franchit une nouvelle étape grâce à un projet collaboratif de panneaux-façades courbes

28 Les thermoplastiques élastomères : l'alliance parfaite entre le présent et l'avenir

32 Les polymères biocides au service des surfaces et textiles techniques de nouvelle génération

36 L'innovation québécoise en action

## DÉVELOPPEMENT DURABLE

38 Les PFAS, de la performance des matériaux à l'enjeu environnemental

40 Les polymères compostables sont-ils toujours pertinents aujourd'hui ?

## GESTION

42 Le 5S : au-delà du ménage, une transformation culturelle

44 Devis client et collaboration technologique

## MATIÈRES À RÉFLEXION

48 Salon Techtextil 2026 : trois signaux qui rappellent l'urgence de mobiliser l'écosystème québécois d'innovation

# NOUVELLES EN BREF

## BAROMÈTRE DES TEXTILES TECHNIQUES 2026 : AU CŒUR D'UNE INDUSTRIE MODERNE ET RÉSILIENTE

**Par Dany Charest**

**La deuxième édition du Baromètre des textiles techniques, d'après le Baromètre industriel québécois de STIQ, compare la réalité des entreprises de textiles techniques à celle du secteur manufacturier québécois. L'étude révèle une industrie moderne qui évolue dans un contexte économique plus difficile, mais qui continue de démontrer une forte capacité d'adaptation.**




Source : TechniTextile Québec

*Consulter la publication*

À l'instar du grand secteur manufacturier, le principal constat concerne le ralentissement de la croissance. En 2025, 43 % des entreprises du secteur des textiles techniques ont enregistré une hausse de leurs ventes d'au moins 5 %, comparativement à 65 % en 2022. Malgré ce contexte, les entreprises maintiennent un fort niveau d'activité à l'exportation et poursuivent leurs efforts de diversification de marchés.

Les effets du protectionnisme américain se font aussi sentir. Près des deux tiers des répondants rapportent des impacts négatifs des tarifs, principalement sous forme de pression sur les marges bénéficiaires et de diminution des commandes. Toutefois, le secteur est moins touché que l'ensemble du secteur manufacturier québécois et se distingue par une approche proactive axée sur le développement de nouveaux marchés, l'amélioration de la productivité et la R et D.

Du côté des ressources humaines, la pérennité des savoir-faire et le transfert des connaissances demeurent des préoccupations importantes pour plusieurs entreprises du secteur.

Enfin, le Baromètre confirme que la productivité et le virage numérique constituent les principaux leviers de capacité concurrentielle des années à venir. Les entreprises ayant implanté le plus grand nombre de mesures d'amélioration continue et de technologies numériques affichent systématiquement une meilleure performance globale. Ce constat rappelle l'importance d'accélérer la modernisation afin de renforcer la compétitivité, la résilience et la croissance du secteur.

Nous vous invitons à en consulter la version intégrale sur le site web de TechniTextile Québec (2e édition du Baromètre des textiles techniques 2026).

## UN TOURNOI QUI FAIT GRANDIR L'INDUSTRIE… ET SA RELÈVE

**Par Fanny Charreteur**

**Le 16 juillet, Alliance Polymères Québec a participé au souper qui a suivi le tournoi de golf annuel de la SPE Québec, à Shefford.**




Source : Alliance Polymères Québec

Cet événement a réuni 125 participants autour d'un objectif commun : favoriser les échanges entre les acteurs de l'industrie tout en soutenant la prochaine génération de talents.

Grâce aux profits du tournoi, des bourses seront remises à des étudiants qui se destinent au secteur des plastiques. Une belle démonstration qu'au-delà du réseautage, notre industrie investit concrètement dans son avenir.

Félicitations à la SPE – Section Québec et au comité organisateur pour cette belle initiative !

Légende de la photo : Simon Chrétien en compagnie du comité organisateur du tournoi de golf annuel de la SPE – Section Québec.

## COLLOQUE **BOIS-POLYMÈRES**

Par Simon Chrétien



Source : Alliance Polymères Québec

Guichet fermé lors du Colloque Bois-Polymères 2026

**Le 27 mai dernier, l'Alliance Polymères Québec et Signature Bois Laurentides ont réuni à Laval des acteurs des secteurs de la forêt, des plastiques et des matériaux composites à l'occasion de la deuxième édition du Colloque Bois-Polymères.**

Cette journée avait pour objectif de favoriser les rapprochements entre deux filières complémentaires et de faire émerger de nouvelles possibilités de valorisation des coproduits forestiers dans la fabrication de polymères et de matériaux composites.

Les participants ont notamment pu découvrir les résultats d'une étude portant sur le potentiel de transformation de la biomasse forestière en matières premières pouvant être intégrées à différentes applications industrielles. Des exemples concrets, des échanges avec des experts et un atelier collaboratif ont également permis d'explorer les conditions nécessaires au développement de nouveaux projets.

Au-delà des présentations techniques, le Colloque a surtout permis de créer des liens entre entreprises, centres d'expertise et organisations des deux secteurs.

Les travaux amorcés dans le cadre de cette initiative se poursuivent maintenant afin de transformer les possibilités identifiées en projets concrets et de soutenir le développement de nouvelles chaînes de valeur québécoises à plus faible empreinte environnementale.


Le Moule

Centre d'innovation en plasturgie et matériaux avancés

# UN RÉSEAU DE PARTENAIRES À VOTRE DISPOSITION

**ACCÉLÉRATEUR TECHNOLOGIQUE POUR :**

- l'identification d'opportunités de marché;
- la validation d'opportunités technologiques;
- la création de produits et le développement de prototypes;
- Accompagnement dans la recherche de fournisseurs et de solutions technologiques.

**CONTACT**
**SIMON CHRÉTIEN, M. SC.**
Directeur général
Tél. : 418 903-0763
schretien@alliancepolymeres.org

Propulsé par :

Alliance Polymères Québec

**www.alliancepolymeres.org**

NOUVELLE INITIATIVE

# ACCÉLÉRATEUR QUÉBÉCOIS DES MATÉRIAUX AVANCÉS

## Bâtir ensemble l'avenir des matériaux avancés au Québec

Alliance Polymères Québec + INNO CAOUTCHOUC 360 + TechniTextile Québec



Crédit photo : Frédéric Lavoie, photographe

Simon Chrétien

**Mot de Simon Chrétien - Alliance Polymères Québec**

Les plus grandes innovations naissent rarement d'un seul matériau ou d'une seule organisation. Elles émergent lorsque des expertises complémentaires se rencontrent pour relever ensemble des défis qui dépassent les frontières traditionnelles des industries. C'est précisément la vision qui anime l'Accélérateur québécois des matériaux avancés (AQMA).

Pour les entreprises de la plasturgie, cette initiative représente bien plus qu'un simple rapprochement entre trois créneaux. Elle ouvre la porte à de nouvelles chaînes de valeur où les plastiques, les matériaux composites, les textiles techniques et les caoutchoucs deviennent des technologies complémentaires plutôt que des secteurs distincts. Les marchés de demain, qu'il s'agisse de la mobilité, de la défense, de la construction, des infrastructures intelligentes, de l'énergie ou du domaine médical, recherchent de plus en plus des solutions multimatériaux intégrant les meilleures propriétés de chacune de ces familles de matériaux.

Cette nouvelle réalité crée d'importantes occasions pour les entreprises québécoises. Elle favorise le développement de produits à plus forte valeur ajoutée, accélère les partenariats technologiques et facilite l'accès à des marchés qui auraient été difficiles à atteindre individuellement. Elle permet également de rapprocher les manufacturiers, les donneurs d'ordres, les centres de recherche et les établissements d'enseignement autour d'objectifs communs.

Le magazine Polymères Québec s'inscrit pleinement dans cette volonté de créer davantage de liens entre les entreprises. En devenant une publication commune aux trois secteurs, il offre un espace privilégié pour découvrir des innovations, partager des réalisations, faire connaître des expertises et susciter des collaborations qui n'auraient peut-être jamais vu le jour autrement.

Nous espérons que chaque édition deviendra une source d'inspiration et un catalyseur de nouvelles occasions d'affaires, car c'est en partageant nos connaissances, en unissant nos forces et en osant collaborer au-delà de nos spécialités que nous construirons une industrie des matériaux avancés toujours plus innovante, concurrente et résiliente.



Crédit photo: Les Productions MiliMyk

Michel Rousseau

## Mot de Michel Rousseau - InnoCaoutchouc360

L'Accélérateur québécois des matériaux avancés représente une occasion unique de renforcer le positionnement des entreprises québécoises des secteurs du caoutchouc, des plastiques et des matériaux composites ainsi que des textiles techniques au sein d'un écosystème d'innovation plus intégré, plus agile et davantage tourné vers l'avenir. Dans un contexte où les défis technologiques, environnementaux et commerciaux se complexifient, la collaboration devient un levier essentiel de compétitivité et de croissance.

Pour les entreprises du secteur du caoutchouc, cette initiative ouvre la porte à de nouvelles synergies avec des partenaires complémentaires qui partagent des enjeux similaires en matière de transformation, d'innovation, de développement durable et d'accès aux marchés. En favorisant les échanges entre expertises, elle contribue à stimuler le développement de solutions avancées, à accélérer l'innovation et à faire émerger des projets à plus forte valeur ajoutée.

Les marchés évoluent rapidement et les besoins des donneurs d'ordres exigent désormais des matériaux toujours plus performants, multifonctionnels et adaptés à des applications complexes. En unissant leurs forces, nos entreprises peuvent explorer de nouvelles chaînes de valeur, développer des produits novateurs et saisir des occasions d'affaires qui dépassent les frontières traditionnelles de leur secteur.

Le succès de cette démarche repose toutefois sur l'engagement actif des entreprises. Plus elles participeront aux activités de maillage, aux projets collaboratifs et au partage des connaissances, plus elles contribueront à bâtir un écosystème manufacturier fort, innovant et résilient.

**C'est également dans cet esprit qu'Alliance Polymères Québec ouvre son magazine aujourd'hui à l'ensemble des entreprises de nos trois créneaux.**

Bien au-delà d'un simple outil de communication, il devient un espace commun de réflexion, de veille et de découverte, favorisant le développement de nos industries.



Source : TechniTextile Québec

Dany Charest

## Mot de Dany Charest - TechniTextile Québec

L'Accélérateur québécois des matériaux avancés incarne une vision ambitieuse et nécessaire, soit celle de consolider des secteurs industriels complémentaires afin de créer un écosystème plus fort, plus innovant et mieux outillé pour relever les défis de demain. En réunissant les expertises des textiles techniques, des polymères et du caoutchouc, cette initiative accélère l'émergence de collaborations qui n'auraient peut-être jamais vu le jour autrement.

Pour TechniTextile Québec, cette démarche représente bien plus qu'un simple réseau élargi de contacts. Elle ouvre la porte à de nouvelles occasions d'affaires, offre un accès à des expertises diversifiées et au développement de projets innovants à plus forte valeur ajoutée. Dans un contexte où les marchés évoluent rapidement et où les défis technologiques se complexifient, la capacité de croiser les savoir-faire devient un avantage concurrentiel majeur.

L'accélérateur contribue finalement à briser les silos qui existent encore trop souvent entre les filières industrielles. Les enjeux liés à l'innovation, à la productivité, à la durabilité ou encore à la commercialisation sont rarement propres à un seul secteur ou pire encore, à une seule région administrative. En favorisant les échanges et le partage de connaissances, nous créons les conditions nécessaires à l'émergence de solutions nouvelles et à une plus grande capacité concurrentielle collective à l'échelle internationale.

*Pour en savoir plus*

**https://aqma.ca**

ÉCONOMIE

# TARIFS ET CONTRE-TARIFS : L'INDUSTRIE DE LA PLASTURGIE PRISE ENTRE DEUX FEUX

## Entrevue avec Florence Jean-Jacobs, économiste principale chez Desjardins

**Par Fanny Charreteur**

Depuis plusieurs mois, les tensions commerciales entre le Canada et les États-Unis imposent une nouvelle réalité aux entreprises manufacturières. Tarifs américains, contre-mesures canadiennes, modifications des listes de produits visés : la situation évolue rapidement et complexifie les échanges de part et d'autre de la frontière.

L'industrie de la plasturgie, qui n'avait jusqu'ici pas été directement visée par des tarifs sectoriels américains, est désormais concernée.

Selon une analyse publiée le 8 septembre 2026 par Desjardins, les produits en plastique et en caoutchouc représentaient 18,1 milliards de dollars d'exportations canadiennes vers les États-Unis en 2025. À titre de comparaison, les industries manufacturières recensées dans cette analyse totalisaient environ 243 milliards de dollars d'exportations vers le marché américain. Le secteur des produits en plastique et en caoutchouc se situait ainsi au cinquième rang[1].

Desjardins estime à 3,9 milliards de dollars la valeur des exportations de produits en plastique et en caoutchouc touchées par les nouveaux tarifs américains, soit environ 22 % du secteur. Sacs, emballages, bouteilles, contenants et couvercles figurent notamment parmi les produits concernés.



Source : Florence Jean-Jacobs

Florence Jean-Jacobs

### Une exposition récente, mais importante

*« C'est vraiment avec la dernière vague de tarifs américains que l'industrie des plastiques a été directement touchée »,* explique Florence Jean-Jacobs, économiste principale chez Desjardins.

Depuis le 22 août, certains produits canadiens en plastique sont soumis à des tarifs pouvant atteindre 50 % à leur entrée aux États-Unis. Pour les entreprises, la vérification du code tarifaire de leurs produits devient donc incontournable.

À cette nouvelle barrière commerciale s'ajoute la dépendance au marché américain. Selon les données examinées par Desjardins, environ 30 % de la production canadienne du secteur est habituellement exportée aux États-Unis.

1 https://www.desjardins.com/qc/fr/epargne-placements/etudes-economiques/canada-tarifs-industries-8-septembre-2026.html?utm_source=chatgpt.com

Un tarif de 50 % peut profondément modifier la décision d'achat d'un client américain.

*« C'est prohibitif »*, résume Florence Jean-Jacobs.

Pour l'instant, les répercussions semblent toutefois limitées sur le terrain. Les mesures sont trop récentes pour apparaître pleinement dans les données économiques. Selon l'économiste, leurs effets pourraient notamment devenir plus visibles lors du renouvellement des carnets de commandes ou de la négociation de nouveaux contrats.

### Le risque d'un « double choc »

La difficulté ne vient cependant pas uniquement des exportations. Depuis le 8 septembre, le Canada applique à son tour des tarifs de représailles sur une série de produits américains. Certains peuvent être utilisés comme intrants par les fabricants de produits plastiques. Une même entreprise pourrait donc voir ses ventes aux États-Unis diminuer tout en devant composer avec une hausse du coût de certains intrants américains.

Parmi les intrants à considérer figurent notamment certains produits chimiques utilisés dans la fabrication des résines et des fibres synthétiques, de la machinerie, des moules, des produits métalliques et de certains textiles.

Face à une hausse des coûts, l'entreprise peut en absorber une partie et réduire ses marges, tenter de la répercuter dans ses prix ou chercher d'autres sources d'approvisionnement.

### Repenser les chaînes d'approvisionnement

Changer de fournisseur paraît simple sur papier. Cela l'est beaucoup moins dans des chaînes de valeur construites depuis des décennies autour des échanges nord-sud.

*« Nos chaînes d'approvisionnement ont vraiment été basées sur une logique de proximité géographique et de nord-sud, de libre-échange Canada–États-Unis »*, rappelle Florence Jean-Jacobs.

Les entreprises pourraient donc devoir chercher certains intrants ailleurs au Canada, au Mexique, en Amérique latine, en Europe ou en Asie. **Lorsqu'un intrant américain très spécialisé ne peut être remplacé, elles peuvent également présenter une demande de remise des droits de douane au gouvernement fédéral**, notamment lorsque le produit ne peut être obtenu au Canada ou raisonnablement auprès d'un fournisseur non américain.

La diversification ne se fait toutefois pas du jour au lendemain. L'Europe peut représenter un marché intéressant grâce à l'accord de libre-échange avec le Canada, mais normes, capacité concurrentielle, productivité et adaptation aux marchés doivent être prises en compte.

Des signes de diversification sont déjà perceptibles à l'échelle canadienne. Selon Statistique Canada[2], pour l'ensemble des marchandises, la part des exportations destinée aux États-Unis est passée de 75,9 % en 2024 à 71,7 % en 2025, tandis que les exportations vers les autres marchés ont progressé de 17,2 %. Il est toutefois encore trop tôt pour déterminer si une évolution comparable s'observe précisément dans l'industrie des plastiques.

### Une menace qui peut aussi ouvrir des marchés

Les contre-tarifs pourraient aussi créer de nouvelles occasions pour certains fabricants québécois.

Un fabricant canadien peut perdre des clients américains parce que ses produits deviennent plus chers aux États-Unis. Mais un acheteur canadien qui importait un produit américain désormais soumis aux contre-tarifs peut, à l'inverse, chercher un fournisseur au pays.

Pour les plastiques, Florence Jean-Jacobs cite notamment les contenants, bouteilles, capsules, sacs et sachets, mais aussi des revêtements de sol et de mur, plaques, feuilles, bandes, rubans et pellicules en rouleau.

Selon Florence Jean-Jacobs, la perte de certains clients américains pourrait ainsi être partiellement compensée par de nouvelles occasions sur le marché canadien, alors que des entreprises chercheront à remplacer leurs fournisseurs américains.

Le marché canadien reste néanmoins trop petit pour remplacer à lui seul les débouchés américains. Les distances, les coûts de transport et certaines barrières au commerce interprovincial peuvent également compliquer les échanges. La diversification devra donc se faire à la fois au Canada et à l'international.

### Un changement qui pourrait s'inscrire dans la durée

Faut-il considérer cette période comme une parenthèse ou comme le début d'une transformation plus profonde des relations commerciales nord-américaines ?

Selon Florence Jean-Jacobs, ce changement pourrait s'inscrire dans la durée. Le choc actuel met en évidence la vulnérabilité associée à une dépendance trop importante envers un seul marché. Même si le contexte politique américain évolue, diversifier ses clients, ses marchés et ses fournisseurs demeure une façon de réduire ce risque.

### Que doivent surveiller les entreprises ?

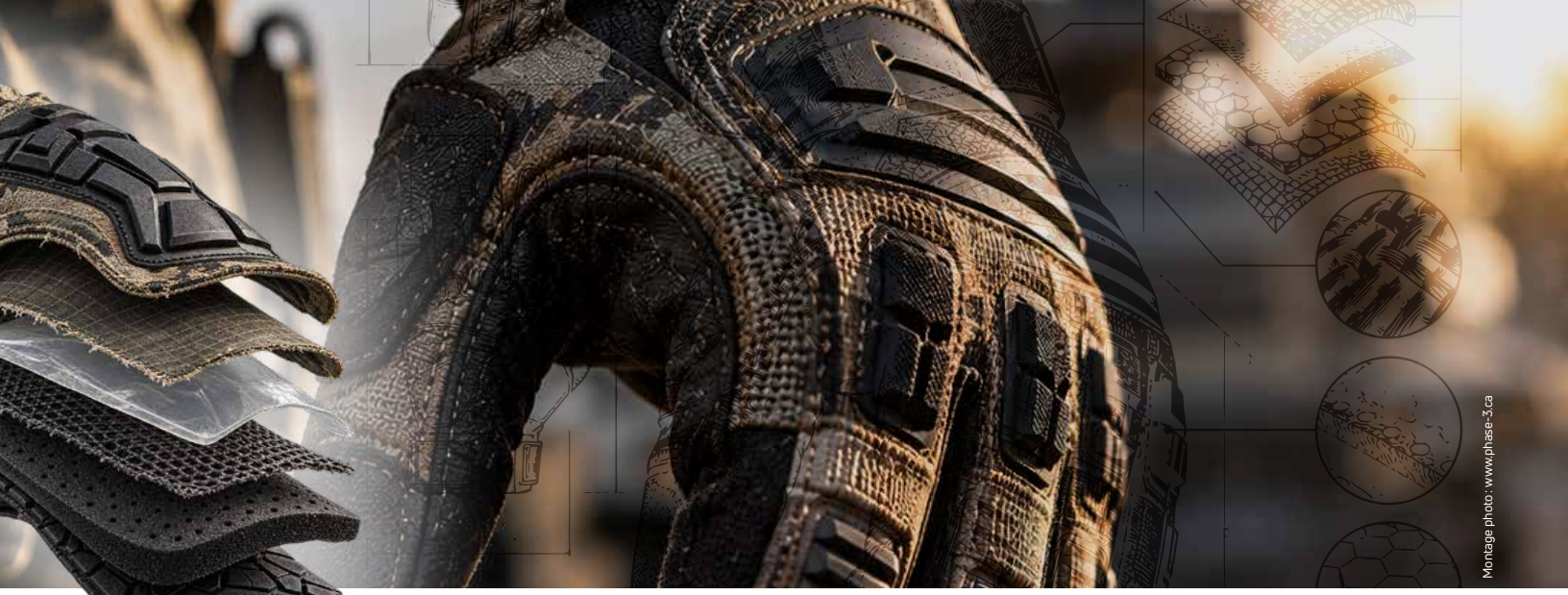
Dans un contexte qui évolue rapidement, un premier réflexe s'impose : vérifier régulièrement si ses produits et ses intrants figurent sur les listes tarifaires.

Pour les entreprises qui exportent ou importent aux États-Unis, d'autres indicateurs méritent d'être suivis, notamment l'évolution du carnet de commandes américain, le coût des intrants, la disponibilité de fournisseurs de remplacement, le prix du pétrole et des carburants, le taux de change Canada–États-Unis et la trajectoire des taux d'intérêt. Florence Jean-Jacobs recommande également de suivre les annonces officielles américaines, puisque les listes de produits visés peuvent évoluer.

Pour l'industrie québécoise des plastiques, les effets des mesures entrées en vigueur à la fin de l'été sont encore trop récents pour être pleinement mesurés. Les prochains renouvellements de contrats et carnets de commandes permettront d'en évaluer plus précisément les conséquences.

Une chose apparaît néanmoins claire : dans une industrie profondément intégrée aux chaînes de valeur nord-américaines, diversifier les marchés et les approvisionnements devient un important levier pour réduire la vulnérabilité aux soubresauts commerciaux.

2 https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/260219/dq260219a-fra.htm?utm



Montage photo : www.phase-3.ca

MATÉRIAUX AVANCÉS

# AUCUN MATÉRIAU NE COCHE TOUTES LES CASES : COMBINEZ POUR VOUS DÉMARQUER

Par Fanny Charreteur

Vous souvenez-vous ? En 1959, BRP lançait sa première motoneige avec des chenilles en caoutchouc renforcées de tiges métalliques et des skis en bois[1]. Dès le départ, BRP avait compris qu'aucun matériau, à lui seul, n'aurait pu livrer un tel produit : il fallait marier le caoutchouc, le métal et le bois pour y arriver.

Pendant des décennies, innover dans le manufacturier a surtout voulu dire une chose : trouver un meilleur plastique, un composite plus résistant, un textile plus performant ou un caoutchouc plus durable. Chaque filière travaillait dans son coin, perfectionnait sa matière, et cherchait à convaincre le marché que son matériau était le bon choix.

Un virage s'opère néanmoins dans plusieurs secteurs : de plus en plus de produits misent sur la combinaison intelligente de plusieurs matériaux, dont les plastiques pour la légèreté, les composites pour la rigidité, les textiles techniques pour la résistance ou la respirabilité, les caoutchoucs pour l'amortissement ou l'étanchéité. Le résultat : des produits qui démontrent une performance qu'aucun matériau seul ne pourrait conférer.

Pour les manufacturiers québécois, c'est une bonne nouvelle. Ce virage n'exige pas de tout réinventer : il demande surtout de regarder différemment les expertises qui existent déjà.

### En termes concrets, qu'est-ce qu'un produit multimatériau ?

Un produit multimatériaux est intentionnellement conçu pour combiner différentes familles de matériaux (polymères, composites, tissus techniques, caoutchouc, parfois métaux ou céramiques) afin que chaque matériau puisse exploiter au mieux ses propres propriétés. Ce n'est pas un nouveau concept : les pneus combinent caoutchouc et renforts textiles depuis un siècle. Ce qui change, c'est l'intentionnalité : de plus en plus de donneurs d'ordres exigent, dès la conception, que l'on pense « système de matériaux » plutôt que « matériau ».

### Pourquoi cette approche prend-elle autant d'importance ?

Les cahiers des charges des donneurs d'ordres sont devenus plus exigeants sur presque tous les fronts à la fois : plus léger, plus durable, plus recyclable, toujours plus performant. Or, aucun matériau unique ne coche toutes ces cases. Un composite seul peut être rigide, mais cassant; un plastique seul, léger, mais peu résistant à l'usure; un textile seul, souple, mais peu structurant. C'est précisément cette intersection de propriétés qui devient le nouveau terrain de jeu concurrentiel : les entreprises capables d'y naviguer accèdent à des cahiers des charges à plus forte valeur ajoutée, parce qu'elles proposent une solution complète plutôt qu'un intrant unique.

1 https://fr.wikipedia.org/wiki/Bombardier_Produits_récréatifs

## Des avantages qui se traduisent en dollars

Pour un dirigeant manufacturier, l'intérêt des multimatériaux se résume à plusieurs bénéfices tangibles :

- **Une valeur ajoutée plus élevée par pièce :** on vend une performance globale, pas un composant.
- **Une différenciation difficile à copier :** la combinaison de savoir-faire est plus complexe à reproduire qu'une seule recette de matière.
- **De nouveaux marchés accessibles :** défense, transport électrifié, équipement médical, sport de performance.
- **Une résilience de la chaîne d'approvisionnement :** une moindre dépendance à un seul type de matière première et une exposition réduite aux perturbations qui peuvent l'affecter.

## Trois exemples québécois

*Soucy : trois filières sous un même toit*

Soucy, qui développe sa technologie de chenilles en caoutchouc depuis les années 1970, ne travaille plus un seul matériau : ses filiales couvrent le caoutchouc, les composites et les plastiques. Ses chenilles en caoutchouc composite, conçues dès 1993 pour le véhicule blindé M113 puis éprouvées sur le terrain en Afghanistan à partir de 2004, équipent aujourd'hui des véhicules blindés de plus de 50 tonnes, plus légères, plus silencieuses et plus durables que l'acier qu'elles remplacent[2,3].

*Bauer : relancer une filière avec un bâton de hockey*

Le développement d'un bâton de hockey en composite thermoplastique, piloté par Bauer avec une équipe de l'école Polytechnique de Montréal, illustre bien pourquoi une seule expertise ne suffit plus. Le projet mobilise Pultrusion Technique, spécialiste des profilés composites, et FilSpec, entreprise de textile technique, pour le tressage des renforts[4,5,6].

*Une membrane qui neutralise les armes chimiques*

Depuis 2017, le Groupe CTT et Stedfast collaborent au développement du Stedair CAT, un textile de protection CBRN. Une membrane en ePTFE, un polymère de la même famille que le Gore-Tex, reçoit deux couches à base de graphène capables de neutraliser les agents chimiques, puis s'intègre à des textiles techniques pour former un vêtement complet destiné aux militaires et aux premiers répondants. Résultat : une protection qui dépasse largement les exigences réglementaires, dans un produit 30 % plus souple que la concurrence; un gain de confort qui compte pour qui doit bouger librement en zone à risque[7,8].

Ces trois cas illustrent le même message : l'innovation ne vient presque jamais d'une seule entreprise qui améliore sa propre matière. Elle vient de la rencontre entre plusieurs expertises.

2 https://www.soucy-group.com/nouvelles/vehicules-militaires-roues-ou-chenilles

3 https://soucy-defense.com/fr/systemes-crt/

4 https://www.magazinemci.com/articles/les-materiaux-avances-au-service-dune-relance-innovante-et-collaborative

5 https://www.prima.ca/project/developpement-de-batons-de-hockey-en-composite-thermoplastique-produit-par-tressage-et-pultrusion

6 https://www.polymtl.ca/carrefour-actualite/blogue/transformer-des-tresses-en-batons-de-hockey

7 https://www.prima.ca/project/ibrahim-groupectt/

8 https://stedfast.com/fr/chemical-active-textile.html

## Les défis à ne pas sous-estimer

Combiner des matériaux n'a rien d'anodin sur le plan technique. L'assemblage et le collage entre familles de matériaux aux propriétés très différentes exigent des procédés spécifiques, le moulage multimatériau demande une expertise fine des interfaces, et la recyclabilité se complique lorsque plusieurs matières sont liées de façon permanente. Ce sont des défis réels, mais aussi des occasions : les entreprises qui développent ces compétences en amont prennent une longueur d'avance que les concurrents auront du mal à rattraper.

## Une innovation qui se construit à plusieurs

Aucun de ces trois projets ne s'est fait en vase clos. Le bâton de hockey Bauer réunit un donneur d'ordres, un centre de recherche universitaire et deux fournisseurs spécialisés. La membrane Stedair CAT associe un centre de transfert technologique et un fabricant textile. D'autres entreprises choisissent plutôt d'intégrer sous un même groupe des expertises qui, ailleurs, restent séparées entre entreprises distinctes. Plusieurs modèles de collaboration, un seul constat : les innovations majeures proviennent rarement d'une seule entreprise.

Ce constat a d'ailleurs pris une forme officielle au Québec. InnoCaoutchouc360, Alliance Polymères Québec et TechniTextile Québec, trois créneaux d'excellence qui représentaient historiquement chacun leur filière, ont récemment uni leurs forces pour lancer l'**Accélérateur québécois des matériaux avancés**.

## Façon dont une PME québécoise peut embarquer

Nul besoin d'être un grand groupe intégré pour profiter de cette tendance. Une entreprise spécialisée dans un seul matériau peut cartographier les filières avec lesquelles son produit pourrait dialoguer : un fabricant de pièces composites peut explorer un partenariat avec un manufacturier de caoutchouc pour ajouter de l'étanchéité; un transformateur de plastique peut regarder du côté des textiles techniques pour renforcer ses pièces sans ajouter de poids. Les centres de recherche et les centres collégiaux de transfert technologique du Québec sont là pour désamorcer le risque technique de ces premières collaborations, et les créneaux réunis dans l'Accélérateur offrent maintenant un point d'entrée unique pour trouver le bon partenaire et même contribuer financièrement aux projets selon le cas.

## Se dire : « on pourrait faire ça, nous aussi »

L'industrie québécoise des matériaux avancés regroupe aujourd'hui environ 475 entreprises et plus de 45 000 emplois, pour un chiffre d'affaires estimé à 14 milliards de dollars[9]. Une bonne partie de la croissance à venir ne viendra pas d'un nouveau plastique ou d'un nouveau composite miracle, mais de la capacité des entreprises à faire dialoguer les matériaux qu'elles maîtrisent déjà avec ceux que maîtrisent leurs voisins de filière.

La question à se poser n'est donc plus « quel matériau devrais-je améliorer ? », mais « quel partenaire devrais-je appeler ? ». Pour beaucoup d'entreprises manufacturières québécoises, la réponse pourrait bien être à une simple industrie de distance.

9 https://www.magazinemci.com/articles/les-materiaux-avances-au-service-dune-relance-innovante-et-collaborative

FORMATION - RESSOURCES HUMAINES

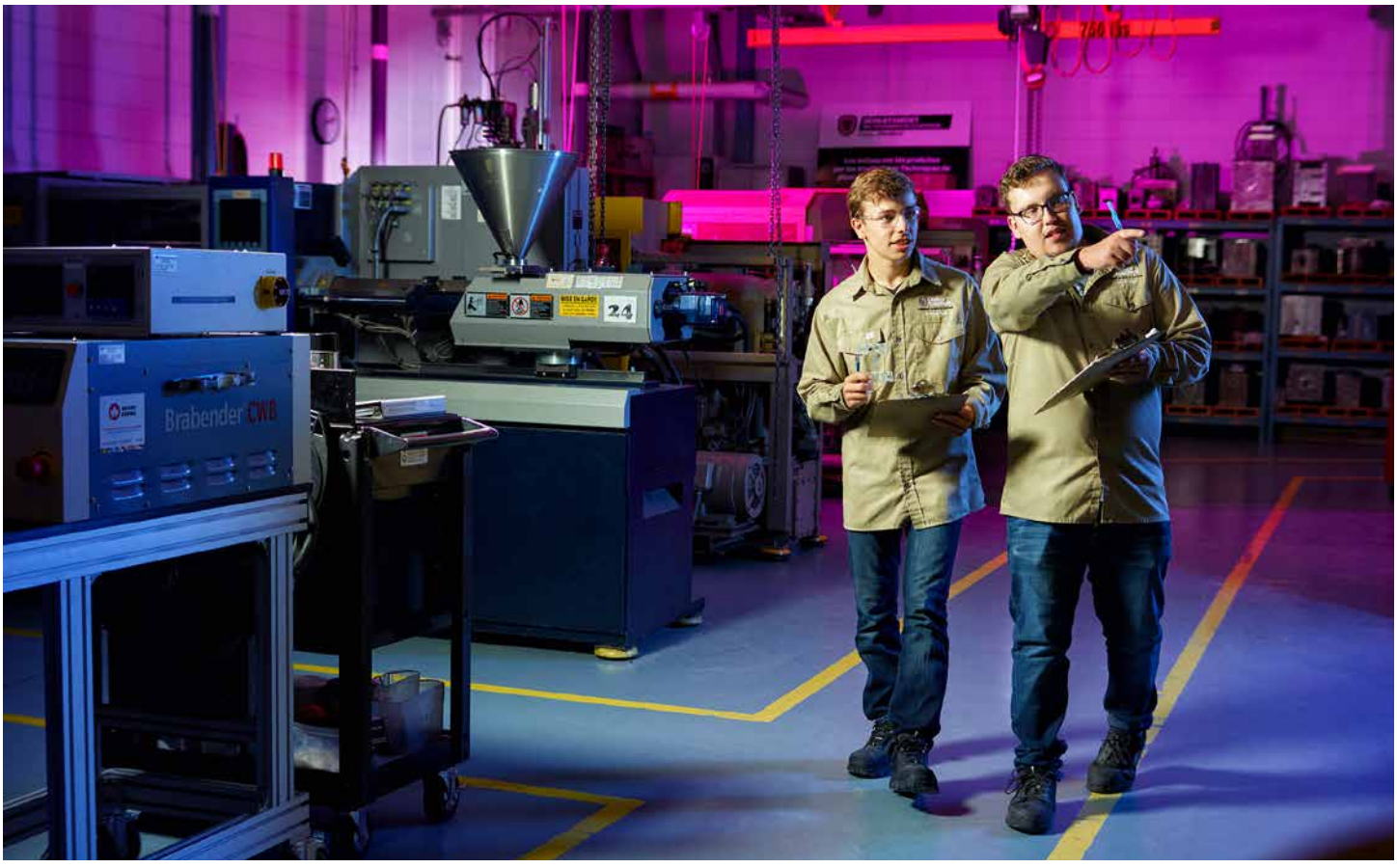
# L'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL : UN PARTENARIAT GAGNANT POUR LA FORMATION DE LA RELÈVE

**Par Kristina Bourgault[1], collaboration spéciale**

L'industrie manufacturière au Québec évolue à un rythme soutenu. Automatisation, nouvelles technologies, économie circulaire, exigences croissantes en matière de qualité et de développement durable : les entreprises doivent continuellement s'adapter pour demeurer compétitives. Dans un contexte, où la pénurie de main-d'œuvre spécialisée demeure un enjeu important, la formation d'une relève compétente représente plus que jamais un défi collectif.

Depuis plus de quarante ans, le programme de Génie du plastique offert au Cégep de Thetford accompagne l'industrie québécoise en formant des techniciennes et techniciens capables d'intervenir à toutes les étapes du cycle de vie d'un produit en plastique.

Parmi les innovations les plus marquantes des dernières années mentionnons l'intégration de l'apprentissage en milieu de travail (AMT) en automne 2016. Cette approche, qui représente approximativement 50 % de la formation, permet aux étudiants de développer leurs compétences directement en lien avec les entreprises tout au long de leur parcours de formation en complément des apprentissages réalisés au Cégep.




Source : Cégep de Thetford

1 Kristina Bourgault est enseignante au département des techniques de génie du plastique du Cégep de Thetford (kbourgault@cegepthetford.ca)

## Une formation qui se vit aussi sur le terrain

Les laboratoires du Cégep permettent aux étudiants d'acquérir les bases techniques essentielles, mais aussi de reproduire certaines situations représentatives de l'industrie. Toutefois, la plasturgie regroupe une multitude de procédés coûteux, d'installations spécialisées ou d'espaces importants qui dépassent les possibilités d'un établissement d'enseignement.

Pensons notamment au thermoformage en continu, au rotomoulage, à certaines séries d'extrusion spécialisées ou encore aux cellules de production hautement automatisées. Ces environnements industriels offrent aux étudiants une occasion unique de découvrir des technologies auxquelles ils n'auraient autrement qu'un accès limité et principalement théorique durant leur parcours scolaire.

L'AMT vient ainsi compléter la formation en permettant aux étudiants d'évoluer dans des milieux de productions réels, où ils sont exposés à des équipements de dernière génération, à des systèmes automatisés, à des procédés spécialisés ainsi qu'aux méthodes de travail utilisées quotidiennement dans les entreprises manufacturières.

L'objectif n'est pas de remplacer la formation offerte au Cégep, mais bien de tirer profit des forces de chacun. Le collège fournit les connaissances théoriques ainsi que les bases et fondements techniques, tandis que l'AMT permet d'observer leurs applications dans un contexte industriel complexe et en constante évolution.

## Des apprentissages qui prennent tout leur sens

L'un des principaux avantages de l'apprentissage en milieu de travail est de donner un sens concret aux notions enseignées en classe.

Au cours de leurs séjours en entreprise, les étudiants participent à des activités variées touchant la production, le contrôle de la qualité, l'optimisation des procédés, la conception et le développement de produits en plastique ou d'outillages de production en plus de participer à la résolution de problèmes techniques. Ils découvrent également l'importance du travail multidisciplinaire et des interactions entre les différents services de l'entreprise.

L'AMT offre aussi une occasion privilégiée de réaliser des projets concrets répondant à de véritables besoins industriels. Plusieurs étudiants participent, par exemple, à la conception de moules d'injection ou encore à des projets de recherches et développement réalisés en étroite collaboration avec les entreprises partenaires.

Ces réalisations permettent aux étudiants de mettre leurs compétences au service de problématiques réelles tout en développant leur autonomie, leur travail d'équipe, leur esprit critique et leur capacité à proposer des solutions adaptées aux contraintes industrielles.

Cette immersion favorise également une meilleure compréhension des exigences liées à la rigueur au travail, à la productivité, à la sécurité et à la rentabilité, des notions essentielles dans le secteur manufacturier de la plasturgie.

## Un partenariat bénéfique pour les entreprises

L'apprentissage en milieu de travail constitue également une occasion unique pour les entreprises de contribuer directement à la formation d'une précieuse relève.

En accueillant des étudiants, les entreprises partagent leur expertise, leur présentent leurs technologies et transmettent leur savoir-faire à la prochaine génération de professionnels. Elles participent ainsi activement au développement des compétences recherchées dans leur secteur d'activité.



Source : Cégep de Thetford

Cette collaboration favorise également des échanges continus entre le milieu de l'enseignement et celui de l'industrie. Les besoins exprimés par les entreprises alimentent l'évolution du programme de formation, tandis que les enseignantes et enseignants demeurent en contact avec les nouvelles technologies, les procédés émergents et les pratiques les plus récentes.

Les projets réalisés par les étudiants constituent eux aussi une valeur ajoutée. Plusieurs permettent d'explorer de nouvelles pistes d'amélioration, d'amorcer des travaux de recherche appliquée ou de proposer des solutions innovantes qui pourront éventuellement être implantées dans l'entreprise.

## Les conditions de réussite

Le succès de l'AMT repose avant tout sur une collaboration étroite entre les entreprises, l'équipe enseignante, mais aussi sur les étudiants.

Les entreprises investissent du temps ou libèrent des équipements et des ressources pour offrir des situations d'apprentissage représentatives de leur réalité industrielle. Les enseignants assurent quant à eux un suivi pédagogique permettant de faire le lien entre les apprentissages réalisés au Cégep et ceux développés en entreprise.

De leur côté, les étudiants doivent faire preuve d'ouverture, de professionnalisme et d'une grande capacité d'adaptation afin de tirer pleinement profit des expériences qui leur sont offertes.

Lorsque chacun joue son rôle, cette collaboration devient un véritable moteur de développement des compétences.

## Former ensemble la relève de demain

Les défis auxquels fait face l'industrie de la plasturgie exigent une formation qui dépasse les murs de la salle de classe. L'apprentissage en milieu de travail permet de créer un véritable pont entre les connaissances enseignées au Cégep et les réalités technologiques des entreprises.

Cette complémentarité contribue à former des diplômées mieux préparées à intégrer un secteur en constante évolution, tout en renforçant les liens entre le milieu de l'enseignement et de l'industrie.

# FORMATIONS EN PLASTURGIE

## FORMATION EN VEDETTE

***« Propriété physique des polymères »***

Connaître la composition chimique, les principales propriétés physiques et le comportement des polymères lors de leur transformation et de leur utilisation.

en ligne  12h  du 5 au 14 janvier 2027

## EN TOUT TEMPS

***Formations « sur mesure»***

Toutes nos formations en plasturgie sont adaptables à vos besoins. Si la formation que vous désirez n'est pas disponible, nous pourrions la créer pour vous !

FORMATION CONTINUE
Cégep de Thetford

**POUR PLUS D'INFORMATION :**
www.cegepthetford.ca/plasturgie
sfc@cegepthetford.ca

# CE N'EST PAS UN SECRET

**De nombreux webinaires et balados pour vous aider sont disponibles sur le portail polymeresquebec.com**

Plusieurs experts vous partagent leur expertise sur divers sujets comme la cybersécurité, les TI, le développement durable, le développement des affaires, etc.



Polymères Québec .com
Portail de l'industrie québécoise des polymères



# Espaces
## pme innovation

Les Espaces PME innovation aident les PME de toutes les régions à propulser leurs projets d'innovation.

### Comment?

- Offre bonifiée des services aux entrepreneures et entrepreneurs
- Accompagnement spécialisé et personnalisé
- Soutien régional de l'écosystème d'innovation
- Réseautage avec des personnes expertes
- Collaboration étroite avec le Réseau accès PME et le Conseil de l'innovation du Québec

**Vous avez un projet en tête? Contactez l'Espace PME innovation de votre région!**

Québec.ca/accompagnement-innovation-PME

Votre gouvernement

Québec

FORMATION - RESSOURCES HUMAINES

# AVANT D'INNOVER, ENCORE FAUT-IL POUVOIR PARLER

## La sécurité psychologique, fondation invisible de l'innovation et de l'amélioration continue

**Par Quentin A. Desrosiers[1], collaboration spéciale**



Source : Adobe Stock

> Une culture d'innovation ne commence pas par une boîte à idées. Elle commence par un climat où il est réellement possible de parler.

Le terme innovation est si répandu qu'il en devient galvaudé. Revenons donc à sa définition initiale : introduire quelque chose de nouveau. On pense rapidement aux nouvelles technologies ou aux grandes idées. Pourtant, l'innovation s'exprime aussi par de petites améliorations, ajouts ou corrections. Même reproduire une solution existante peut compter : innover, c'est insérer un élément nouveau dans notre situation actuelle.

Créer une culture de l'innovation nécessite donc de favoriser le foisonnement des idées. Comme le résume la citation attribuée à Alfred Nobel : « Si j'ai mille idées et qu'une seule s'avère bonne, j'en suis satisfait. » Il faut beaucoup d'idées pour trouver LA solution; il est donc plus important de créer les conditions qui lui permet d'émerger.

Une question mérite alors d'être posée : dans votre organisation, les gens osent-ils réellement dire ce qu'ils pensent, jusqu'à vous soumettre 1 000 idées ? Cette question est au cœur de la capacité d'une entreprise à apprendre et innover. Sans beaucoup d'idées, les chances d'en trouver une bonne diminuent.

Une amélioration jamais exprimée n'existe pas pour l'organisation. Un problème non nommé demeure invisible. Une erreur cachée ne devient pas une leçon. Un point de vue gardé pour soi n'enrichit aucune décision.

C'est ici qu'entre en jeu la sécurité psychologique : la perception qu'on peut prendre le risque de parler sans craindre d'être humilié, rejeté ou puni.

1 Quentin A. Desrosiers est directeur général de PlastiCompétences (qadesrosiers@plasticompetences.ca)

### Le silence n'est pas toujours un signe d'accord

Imaginez une rencontre de quart. Un problème de qualité revient. On rassemble l'équipe et on demande : « Qu'est-ce que vous en pensez ? Avez-vous des idées ? »

Silence.

On pourrait conclure que les employés n'ont rien à proposer. Pourtant, le silence peut vouloir dire autre chose.

Peut-être qu'un opérateur a déjà soulevé le problème et s'est fait répondre qu'il se plaignait. Qu'une technicienne a posé une question et qu'on lui ait rappelé qu'elle « devrait déjà savoir ça ». Qu'un employé ait contesté une décision et ait été étiqueté comme négatif ou qu'un collègue ait reconnu une erreur et l'ait payé cher.

> À la longue, le message est compris : mieux vaut parfois se taire. Quand parler semble plus risqué que garder le silence, se taire devient une protection.

### Quatre phrases qui en disent long :

- « Je ne sais pas. »
- « On a un problème. »
- « Je suis en désaccord. »
- « J'ai fait une erreur. »

Ces quatre phrases banales sont profondément révélatrices. Quand la sécurité psychologique est faible, chacune représente un risque.

- Dire « je ne sais pas », c'est risquer d'avoir l'air incompétent.
- Dire « on a un problème », c'est risquer d'être perçu comme celui qui chiale ou apporte encore une mauvaise nouvelle.
- Dire « je suis en désaccord », surtout devant un supérieur, c'est risquer de déranger l'autorité ou de passer pour quelqu'un de difficile.
- Dire « j'ai fait une erreur », c'est s'exposer au jugement, au blâme ou à une conséquence disciplinaire.

Or, ce sont précisément les informations que les gestionnaires ont besoin d'entendre.

Si quelqu'un ne sait pas, il y a peut-être un besoin de formation. Un problème doit être vu tôt. Un désaccord contient peut-être une information manquante. Une erreur connue peut être corrigée et éviter de se répéter.

La question n'est donc pas seulement : « Est-ce que mes employés ont le droit de parler ? »

> La vraie question est : « Qu'est-ce que leurs expériences leur ont appris sur les conséquences de prendre la parole ? »

### Réduire le risque perçu de s'exprimer

C'est le point le plus important.

La sécurité psychologique repose moins sur l'intention du gestionnaire que sur la perception de l'employé. Une porte peut être dite ouverte; si le gestionnaire soupire, coupe court à la conversation ou répond avec impatience lorsqu'on lui apporte un problème, le message réel devient : « Viens me voir seulement si tout va bien. »

Le principe est simple : les gestes du quotidien doivent être cohérents avec le message. Ce sont les micro-réactions qui construisent une culture : un soupir, un « oui, mais… », une idée rejetée trop vite ou une mauvaise nouvelle accueillie comme une faute.

À l'inverse, de petites réactions réduisent le risque perçu.

- « Merci de me l'avoir dit. »
- « Qu'est-ce qui te fait penser ça ? »
- « Je ne suis pas certain d'être d'accord, mais je veux comprendre ton point. »
- « Qu'est-ce qu'on peut apprendre de cette erreur ? »

Répétées dans le temps et suivies d'actions, ces réactions changent le signal envoyé à l'équipe.

### La sécurité psychologique n'exclut pas l'exigence

Créer de la sécurité psychologique ne signifie pas abaisser les standards ou éviter les discussions difficiles.

Une usine demeure exigeante : qualité, santé et sécurité, procédures, délais, production et responsabilités doivent être respectés.

On peut demander des résultats tout en permettant de signaler une erreur, accueillir un désaccord ou reconnaître une compétence à développer.

La sécurité psychologique n'est donc pas l'absence d'inconfort. C'est le sentiment de pouvoir le traverser avec respect pour notre personne.

### De la parole à l'amélioration

Lorsque les employés sentent qu'ils peuvent s'exprimer, une culture de parole orientée vers l'amélioration apparaît autour de trois convictions :

- Je peux parler = *Mon message sera accueilli.*
- Je devrais parler = *Je dois exprimer ce message dans le cadre de mon travail et en soutien à mes pairs.*
- C'est utile quand je parle = *Mon message générera des actions concrètes et/ou sera pris en considération.*

La troisième conviction est souvent oubliée, mais elle boucle le renforcement.

Une organisation peut demander des idées et afficher qu'elle valorise l'innovation. Si ces idées disparaissent dans un trou noir, l'apprentissage est rapide : parler ne sert à rien.

Lorsqu'une idée est considérée, qu'un problème mène à une action ou qu'un retour est donné, l'employé comprend plutôt que sa contribution a une valeur.

Toutes les idées n'ont toutefois pas à être mises en œuvre.

Dire « Ce n'est pas prioritaire maintenant, voici pourquoi, mais nous y reviendrons » est très différent de simplement dire non.

Cette cohérence transforme peu à peu une équipe silencieuse en équipe contributive, capable d'accueillir et de rejeter des idées collectivement pour trouver une solution.

»

### Façon dont les petites innovations en deviennent des grandes

La sécurité psychologique soutient les petites améliorations. Mais qu'en est-il des grandes innovations ?

Une équipe de R et D est soumise aux mêmes règles : multiplier les idées et les sources d'information, faire des erreurs, exprimer des désaccords et admettre qu'elle n'a pas encore la solution.

Jumelée à des employés engagés à s'exprimer, elle accède à davantage d'information pour identifier et instaurer des améliorations.

> Favoriser une culture où la parole est possible, c'est donc encourager l'amélioration continue et l'innovation.

### Comment commencer concrètement ?

Il n'est pas nécessaire de lancer un grand programme.

On peut commencer simplement.

1. Cadrer clairement les attentes
   Dire que signaler un problème, poser une question ou proposer une amélioration fait partie du travail.
2. Porter attention aux réactions de leadership
   Face à une mauvaise nouvelle, la première réaction doit encourager le signalement, pas le silence.
3. Structurer des routines de prise de parole
   À chaque rencontre : « Quel risque voyez-vous ? Quel irritant devrions-nous régler ? Qu'avons-nous appris ? »
4. Assurer une cohérence dans les systèmes
   Si l'organisation demande de la transparence, elle doit agir sur l'information reçue.

> C'est là que les bottines doivent suivre les babines.

### Une question pour terminer

Pour maintenir croissance et performance, nous avons besoin de l'intelligence et de la créativité disponibles dans nos organisations.

Elles sont déjà présentes sur le plancher, dans les laboratoires, aux bureaux techniques, à la maintenance, à la qualité et dans la gestion.

Encore faut-il qu'elles s'expriment.

Avant de demander à nos organisations d'innover davantage, il faut donc commencer par une question fondamentale :

> Chez nous, est-ce réellement sécuritaire, psychologiquement, de parler ?



Source : Adobe Stock


**Oups… manqué !**

**Cet espace publicitaire était disponible.**

Fais-toi remarquer par plus de 5 000 clients potentiels. Réserve ta place dans le prochain numéro dès maintenant !

magazine@alliancepolymeres.org

1/4 PAGE V



Alliance Polymères Québec

TechniTextile Québec

JEC CONNECTING THE WORLD WITH COMPOSITES

— UNE NOUVELLE ALLIANCE —

# Le Québec, pôle d'excellence en matériaux composites

Une collaboration stratégique pour structurer et mettre en valeur l'écosystème québécois des matériaux avancés, renforcer l'innovation, développer les affaires et accroitre le rayonnement international de nos entreprises et centres de recherche.




## 3 événements phares pour connecter le Québec au monde

### 1 Mission exploratoire JEC World 2027

- 2 au 4 mars 2027
- Paris, France
- Délégation d'entreprises et d'organismes du Québec
- Découvrir les tendances et les marchés, repérer des occasions d'affaires et réseauter

JEC WORLD 2027 The Leading Composites Event




### 2 Mission de veille technologique JEC World 2028

- Date à venir
- Paris, France
- Délégation d'entreprises et d'organismes du Québec
- Veille technologique approfondie, rencontres stratégiques et développement de partenariats

JEC WORLD The Leading Composites Event



### 3 JEC Talks Québec 2028

- À venir en 2028
- Québec, Canada
- Partager les tendances du secteur, échanger des connaissances, présenter des innovations et susciter des occasions d'affaires
- Conférences, échanges entre experts et maillage d'affaires

JEC COMPOSITES TALKS QUÉBEC 2028 | MONTRÉAL




- Une chaine de valeur intégrée et complémentaire
- Plus d'innovation et de projets structurants
- De nouvelles occasions d'affaires ici et à l'international
- Un rayonnement accru du Québec comme pôle d'excellence

Créneaux d'excellence DU QUÉBEC

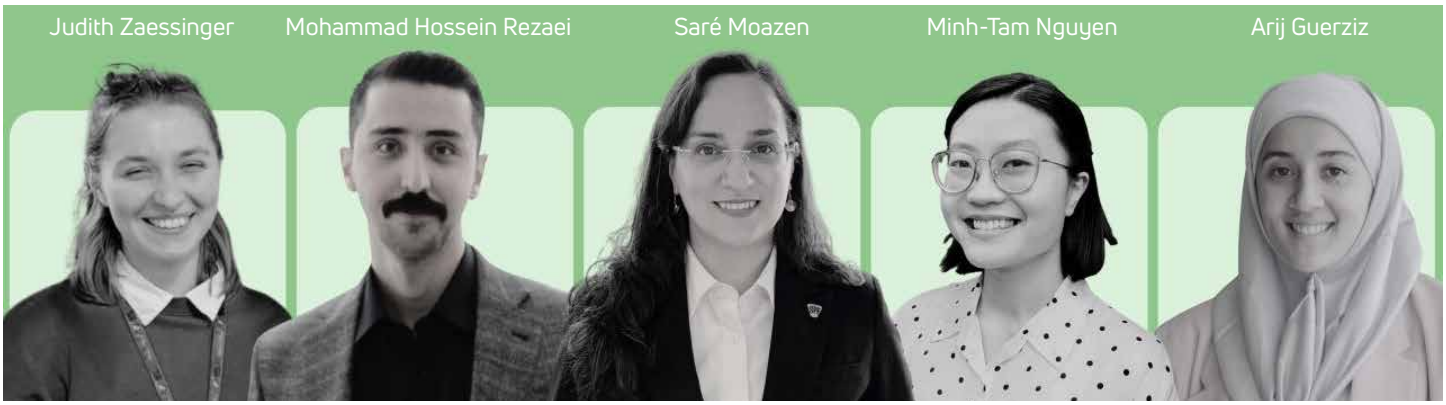
**Pour recevoir en primeur les détails de ces missions, écrivez à**
Dany Charest (dcharest@technitextile.com)
ou à Simon Chrétien (schretien@alliancepolymeres.org).

# INTÉGRER LES ÉTUDIANTS-CHERCHEURS AU CŒUR DE L'INDUSTRIE DE LA PLASTURGIE

**Par David Beaumier[1], collaboration spéciale**

## Un bassin de relève et de recherche appliquée directement accessible aux manufacturiers québécois

Recruter une main-d'œuvre spécialisée en plasturgie demeure un défi pour bien des manufacturiers québécois. Dans les laboratoires universitaires, de jeunes chercheurs travaillent déjà sur des enjeux qui touchent l'industrie : recyclage, fabrication additive, matériaux à mémoire de forme, etc. Avant même leur diplôme, ils développent une expertise technique pointue et une compréhension fine des contraintes industrielles. Voici le parcours de cinq d'entre eux qui sont issus de l'École de technologie supérieure (ÉTS) et de Polytechnique Montréal et issus du chapitre étudiant de SPE - Section Québec.






Saré Moazen visite les installations de l'ESA (European Space Agency), en marge de la conférence WAMS 2026, à BVRIT, Hyderabad, en Inde.



Arij Guerziz montre les caractéristiques intelligentes des pièces fabriquées par impression 3D pour diverses applications techniques, dont la robotique.

Source : SPE - Section Québec

1 David Beaumier, ing., M.Sc.A. est directeur du développement durable à la Society of Plastics Engineers (SPE)-section Québec (pl.david.beaumier@gmail.com)

## Des parcours de recherche ancrés dans les enjeux de l'industrie

Saré Moazen est actuellement en dernière année de doctorat à l'ÉTS, sous la direction de Martine Dubé, Ilyass Tabiai et Frédérick Gosselin (Polytechnique Montréal). Saré étudie la valorisation des déchets plastiques produits par les astronautes afin de les transformer en matière première pour l'impression 3D d'objets en station spatiale, où la circularité devient essentielle. Ce projet pousse le recyclage au-delà des limites habituelles, vers l'infini et l'au-delà ! Saré a constaté avec intérêt que les déchets plastiques produits dans l'espace ressemblent souvent à ceux issus de notre consommation terrestre, une approche commune est donc possible, avec un enseignement transposable aux réalités de recyclage des manufacturiers d'ici. Trouver une application pour l'impression 3D consiste à surmonter l'épreuve où la cohésion du matériau recyclé n'est possible qu'avec une compatibilité presque parfaite des polymères. Son implication au sein de SPE Section Québec a également joué un rôle déterminant dans son parcours doctoral, en dehors du cadre de la recherche : elle a combiné la présidence du chapitre étudiant tout au long de son doctorat. La SPE Section Québec lui a permis de développer des compétences relationnelles, notamment en communication, avec des composantes de gestion et de leadership, des compétences directement transférables à un environnement manufacturier. Saré terminera ses études cette année et passera le flambeau, à son tour, pour permettre à d'autres étudiants de se développer au sein du chapitre étudiant.

Judith Zaessinger est actuellement en troisième année de doctorat à l'ÉTS. Partant de France, elle a saisi l'occasion de poursuivre un doctorat à Montréal, sous la direction de Nicole Demarquette et Céline Bellehumeur, avec la collaboration de la professeure Daria Strugova. Tout comme Saré, son projet revêt un intérêt environnemental; il vise plus précisément à améliorer la circularité du polyéthylène (PE). Au-delà de la vertu du recyclage, l'enjeu est complexe : bien recycler exige une compréhension approfondie du comportement du polyéthylène à chaque étape du processus de recyclage du cycle de fin de vie. Maîtriser les subtilités des polyéthylènes revient à identifier toutes ses déclinaisons structurelles et à préserver son intégrité à travers toutes les étapes du recyclage. Cette compétence spécialisée est essentielle pour tout fabricant qui travaille ou recycle du PE. Depuis le début de son doctorat, Judith a assumé le rôle de secrétaire du chapitre étudiant SPE et de SPE Section Québec, une façon efficace de contribuer à créer ce lien entre le monde étudiant et celui de l'industrie. Cette année, grâce à une bourse de la SPE Section Québec, Judith a obtenu le financement pour participer à l'AERC 2026 (Annual European Rheology Conference) de Cracovie, en Pologne. Elle a vécu une expérience très gratifiante sur les plans scientifique et humain.

Mohammad Hossein Rezaei est étudiant au doctorat à l'ÉTS, sous la direction de Nicole Demarquette. Il se consacre à la fabrication additive par extrusion de matière appliquée au polyéthylène. Dans le cadre de son doctorat, il rend possible l'impression du polyéthylène, jusqu'ici jugé difficile, voire impossible à imprimer. Une caractérisation physique et rhéologique détaillée lui permet de comprendre le retrait, la déformation et la stabilité du polymère pour mieux contrôler la qualité du dépôt et l'adhésion entre les couches. En intégrant ces concepts dans les systèmes d'impression, il sera possible d'imprimer des pièces de polyéthylène esthétiques et sans faiblesse mécanique. Mohammad Hossein croit que la fabrication additive avec le polyéthylène ouvrira la voie à des applications en fabrication sur mesure, en réparation et en valorisation de matières recyclées, autant de créneaux concrets pour les manufacturiers qui cherchent à diversifier leur offre. Depuis 2025, Mohammad Hossein agit comme vice-président du chapitre étudiant de SPE Section Québec. Cette implication lui a fait découvrir les coulisses de l'organisation d'événements scientifiques, développer son travail d'équipe et renforcer le lien entre le laboratoire universitaire et les réalités industrielles. Le soutien de SPE a aussi facilité sa participation à des conférences spécialisées, notamment la conférence AERC 2026, où il a présenté ses travaux de recherche.

Arij Guerziz est étudiante à l'École Polytechnique de Montréal, sous la direction de Sampada Bodkhe (Polytechnique Montréal) et Abdolhamid Akbarzadeh (Université McGill). À l'heure de l'intelligence artificielle, Arij développe les structures qui permettront aux robots de demain de produire des mouvements souples et gracieux, tout près de ceux des humains. Pour y arriver, elle exploite la mémoire de forme des polymères et les assemble par impression 3D pour créer des structures intelligentes, un champ d'application qui intéressera directement les manufacturiers actifs en robotique ou en composants techniques avancés. Issue du secteur de l'aéronautique, Arij a choisi d'étudier les matériaux polymériques à Montréal, ville reconnue pour son expertise dans le domaine.

Minh-Tam Nguyen est étudiante de deuxième année à la maîtrise à l'École Polytechnique, sous la direction de Daniel Therriault et Martin Lévesque. Au baccalauréat, Minh-Tam a étudié le génie des matériaux et la métallurgie à l'Université de Toronto, où les polymères étaient peu enseignés. C'est lors d'un stage chez Shawcor qu'elle fait ses premiers pas avec les plastiques. Elle reste fascinée par les capacités quasiment illimitées des polymères, par leur structure chimique et leur mise en forme; « c'est un peu magique », dit-elle ! Son projet de recherche explore le prototypage sur mesure de pièces par impression 3D rapide, un tournant pour l'industrie de demain. Le défi augmente un peu plus lorsque la pièce imprimée doit être issue d'un composé 100 % recyclé, une contrainte qui rejoint directement les objectifs de plusieurs manufacturiers en matière d'écoconception.

## Ce que ces parcours révèlent pour l'industrie

À la vue de ces témoignages, les expériences de nos étudiants nous permettent de mieux comprendre certains enjeux de compétence pour notre industrie, incluant la recherche et la formation de notre main-d'œuvre hautement spécialisée. Pour un manufacturier, chacun de ces parcours représente un point d'entrée concret : un futur employé habitué aux réalités de laboratoire et de gestion de projet, un partenaire de recherche potentiel sur un enjeu de circularité ou de fabrication additive et bien plus. La transmission des connaissances et une grande ouverture aux nouvelles technologies permettent ainsi le développement durable de la plasturgie au Québec.

INNOVATION

# LE POTENTIEL DES MATIÈRES BIOSOURCÉES EN FABRICATION ADDITIVE : VERS UNE SUBSTITUTION DURABLE DES MATIÈRES PÉTROSOURCÉES

**Par Pascal Y. Vuillaume[1] et Fanny Charreteur**

Dans un contexte marqué par les changements climatiques, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la nécessité de développer des solutions manufacturières plus durables, les industries sont amenées à repenser à la fois leurs procédés et les matériaux qu'elles utilisent. Les matières pétrosourcées, longtemps dominantes, soulèvent aujourd'hui des enjeux majeurs de durabilité et de dépendance aux ressources fossiles.

Parallèlement, la fabrication additive (FA) s'impose comme une technologie clé de la production moderne, grâce à sa capacité à fabriquer des pièces complexes tout en optimisant l'utilisation de la matière. En construisant les pièces couche par couche et en n'utilisant que la quantité de matière nécessaire, elle peut contribuer à réduire les pertes de matière, tout en offrant une grande liberté de conception, des possibilités d'allégement des structures, une production à la demande ainsi qu'un potentiel de relocalisation de certaines activités manufacturières.

COALIA travaille sur plusieurs technologies de fabrication additive afin de développer des procédés et des matériaux plus performants et durables. Ces technologies incluent la **stéréolithographie (SLA)** basée sur des résines photoréactives, **le dépôt de matière fondue** à partir de filaments **(FDM)** ou de granulés **(FGF)**, ainsi que le **frittage sélectif par laser (SLS)** appliqué aux poudres polymères.

## Matériaux biosourcés et transition environnementale

Afin d'améliorer davantage le bilan environnemental de la fabrication additive, il est essentiel d'agir également sur les matériaux utilisés. Les matières biosourcées, issues de ressources renouvelables telles que les végétaux, les résidus agricoles, les fibres naturelles, les sous-produits forestiers ou encore les ressources microbiennes peuvent contribuer à réduire la dépendance aux ressources fossiles, à favoriser une économie plus circulaire et à valoriser certains résidus agricoles ou industriels

Le polylactide (PLA), obtenu notamment à partir du maïs ou de la canne à sucre est aujourd'hui l'un des biopolymères les plus utilisés en impression 3D. Il peut être préparé sous une forme amorphe ou cristalline. Il est facile à mettre en œuvre, présente une température de transformation relativement faible ainsi qu'une bonne rigidité et une bonne résistance à la traction. Toutefois, ses limites en termes de résistance thermique et sa fragilité mécanique restreignent certaines applications industrielles, ce qui encourage le développement de formulations améliorées et de biocomposites. Enfin, le PLA est un matériau recyclable au même titre qu'un autre polyester bien connu : le PET.

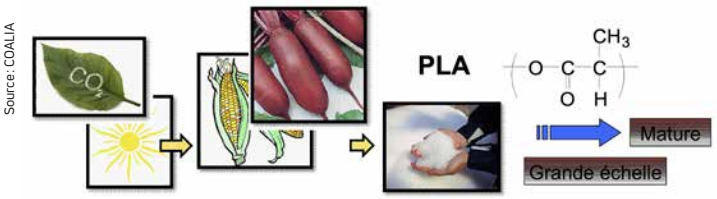



Figure 1. Représentation schématique de la provenance du PLA et structure chimique du PLA.

1 Pascal Y. Vuillaume était conseiller expert en recherche (retraité) chez COALIA (eleclair@coalia.ca)

Références :
- Biocomposites : Vers une nouvelle génération de matériaux durables, P. Y. Vuillaume, E. Leclair, L. Hu, S. Elkoun, F. Charreteur, Alliance Polymères Québec.
- Compatibilisation of various PLA/thermoplastic elastomer blends with diisocyanate coupling agent.
- Recycled, Bio-Based, and Blended Composite Materials for 3D Printing Filament: Pros and Cons - A Review, 2023.
- Poly (lactic acid)/flax composites: effect of surface modification and thermal treatment on interfacial adhesion, crystallization, microstructure, and mechanical properties.

Dans ce contexte, l'intégration de fibres naturelles (bois, chanvre, lin, bambou, cellulose) dans les polymères ouvre de nouvelles perspectives. Elle permet notamment :

- une augmentation du contenu renouvelable;
- une amélioration du rapport résistance/masse;
- l'obtention de propriétés esthétiques naturelles recherchées;
- la valorisation de ressources locales.

Toutefois, la dispersion homogène des fibres dans la matrice polymère constitue un facteur critique, car elle influence directement l'apparition de défauts locaux ainsi que les performances mécaniques globales des pièces imprimées.

## Innovation en chauffage radiant et performance des procédés

Au-delà de la formulation des matériaux, leur intégration en fabrication additive nécessite également une bonne maîtrise des conditions de mise en œuvre. COALIA a développé une innovation majeure reposant sur l'intégration d'un système de chauffage radiant (voir la Figure 2) localisé au niveau des couches déposées en fabrication additive. Ce dispositif permet de préchauffer la surface de la couche juste avant le dépôt de la suivante, améliorant ainsi le contrôle thermique du procédé. Ce nouveau système s'applique aux procédés FDM et FGF.

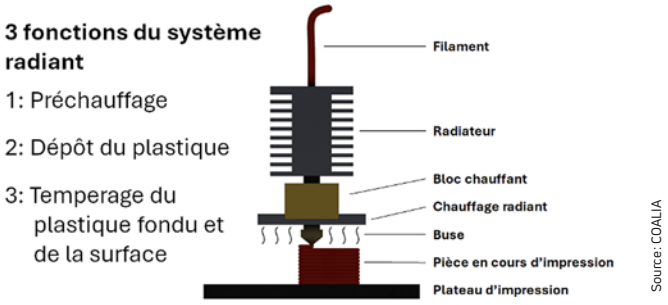



Figure 2. Représentation schématique de l'élément radiant.

Cette technologie contribue directement à :

- l'amélioration de la sécurité du procédé en réduisant les chocs thermiques;
- l'optimisation de la fusion et de l'adhésion intercouche;
- la diminution des risques de délamination;
- l'amélioration des propriétés mécaniques globales des pièces;
- une meilleure compatibilité avec les matériaux biosourcés et composites renforcés.

L'utilisation du chauffage radiant constitue ainsi un levier important pour améliorer la fiabilité et la répétabilité des procédés de fabrication additive, notamment dans des contextes industriels exigeants.

## Les polymères biosourcés comme liants sacrificiels pour les céramiques

Le potentiel des polymères biosourcés en fabrication additive ne se limite toutefois pas à leur utilisation comme matériau constitutif de la pièce. Ils peuvent également jouer un rôle fonctionnel dans la mise en forme d'autres familles de matériaux, notamment les céramiques.

La fabrication additive de matériaux céramiques repose fréquemment sur des procédés impliquant des poudres consolidées par des liants polymères, qui assurent la cohésion de la pièce durant les étapes intermédiaires de fabrication, notamment la mise en forme, le séchage et le déliantage. Ces étapes sont essentielles pour garantir la stabilité de la pièce dite « verte », sa précision dimensionnelle ainsi que son intégrité structurelle avant le frittage final.

Dans une perspective de transition écologique, les **polymères biosourcés** émergent comme une alternative prometteuse aux liants conventionnels issus de la pétrochimie. Ces matériaux, d'origine biosourcée et/ou biodégradable, peuvent contribuer à réduire la dépendance aux ressources fossiles tout en conservant de bonnes propriétés rhéologiques et mécaniques lors de la mise en forme. Leur dégradation contrôlée lors des traitements thermiques peut faciliter le déliantage et limiter la présence de résidus carbonés susceptibles d'altérer les propriétés finales des céramiques.

L'utilisation de ces liants verts s'inscrit pleinement dans une logique de fabrication additive durable et de développement de matériaux plus respectueux de l'environnement.




Figure 3. Pièces obtenues par FA à partir de liants polymères biosourcés.

## Perspectives et enjeux

L'ensemble de ces avancées ouvre la voie à une nouvelle génération de matériaux et de procédés plus durables. Les principales perspectives incluent :

- l'amélioration des performances mécaniques des matériaux biosourcés et céramiques;
- la réduction de la dépendance aux ressources fossiles;
- le développement de filières de recyclage adaptées;
- l'optimisation des procédés de fabrication additive;
- le renforcement des approvisionnements locaux en matières renouvelables.

## Conclusion

La fabrication additive, combinée à l'utilisation de matériaux biosourcés et au développement de liants verts pour les céramiques, constitue une voie stratégique pour réduire la dépendance aux matières pétrosourcées et faire évoluer les procédés manufacturiers. L'utilisation de technologies avancées, comme le chauffage par rayonnement intercouche, améliore simultanément les capacités et la robustesse des processus.

Le potentiel de ces matériaux dépendra toutefois autant du développement de nouvelles formulations que de la capacité à adapter les procédés à leurs particularités. Dispersion des fibres, contrôle thermique, adhésion intercouche ou encore comportement lors du déliantage : leur intégration dans des applications industrielles passe par une maîtrise simultanée du matériau et du procédé.

INNOVATION

# LE MOULAGE ADAPTATIF FRANCHIT UNE NOUVELLE ÉTAPE GRÂCE À UN PROJET COLLABORATIF DE PANNEAUX-FAÇADES COURBES

**Par Fanny Charreteur**

Les panneaux d'aluminium occupent aujourd'hui une place importante dans le revêtement des façades de bâtiments. Leur fabrication industrialisée en fait une solution bien établie, particulièrement pour les surfaces planes. Mais lorsque l'architecture s'éloigne du panneau plat pour intégrer des formes tridimensionnelles et des doubles courbures, leur mise en forme devient plus complexe et peut nécessiter des équipements et des outillages spécifiques.

La difficulté ne réside donc pas uniquement dans le choix du matériau. Elle tient aussi à la capacité de fabriquer ces géométries avec suffisamment de flexibilité, sans devoir multiplier les outillages. Pour des panneaux personnalisés ou produits en petites séries, la fabrication d'un moule propre à chaque forme peut rapidement devenir une contrainte.

C'est notamment ce constat qui a mené Texnov et BeSpline à envisager une autre approche : combiner un matériau pouvant être moulé à une technologie capable de générer différentes géométries. Avec la contribution de la firme d'architecture ADSP, les partenaires ont ainsi entrepris de développer des panneaux-façades à simple et double courbure à partir d'un béton léger, en s'appuyant sur la technologie de moulage adaptatif de BeSpline.



Source : BeSpline

Exemple de moule sphérique réalisé à partir du moule adaptatif points réfléchissants utilisés pour le scan de la forme afin d'en mesurer la précision

Porté conjointement par TechniTextile Québec et Alliance Polymères Québec, le projet misait ainsi sur la complémentarité des expertises pour explorer une nouvelle approche de fabrication de panneaux-façades courbes.

## Un moule qui change de forme

Contrairement à un moule traditionnel dont la géométrie est fixe, le moule adaptatif utilisé par BeSpline est une surface reconfigurable pilotée numériquement. La géométrie tridimensionnelle recherchée est d'abord programmée dans le système. En quelques minutes, le moule se configure pour reproduire cette forme. Il peut ensuite être reprogrammé pour en produire une autre.

*« On sort du paradigme selon lequel chaque nouvelle forme nécessite son propre moule »,* résume Yoann Bonnefon, président-directeur général de BeSpline.

Les géométries sont ainsi conservées sous forme numérique plutôt que sous la forme d'une collection de moules physiques. Une même forme peut être rappelée et reproduite plusieurs mois plus tard, tandis que le même équipement peut servir à réaliser des pièces complètement différentes. Cette approche évite d'avoir à fabriquer, entreposer et entretenir un moule dédié pour chaque nouvelle géométrie.

Cette dimension numérique ouvre également la possibilité de dissocier la géométrie de son lieu de fabrication. Puisqu'elle existe sous forme de fichier, une forme pourrait, en principe, être transférée vers un autre moule adaptatif compatible plutôt que de déplacer physiquement un outillage. Une logique qui rapproche davantage l'équipement d'une plateforme de fabrication reconfigurable que du moule traditionnel.

La technologie offre aussi une flexibilité sur le plan des matériaux et des procédés. BeSpline l'utilise notamment pour le thermoformage de thermoplastiques et de mousses thermoplastiques, l'infusion sous vide ou encore la mise en forme de composites. Dans le cadre du projet de panneaux-façades, le défi était différent : utiliser le moule adaptatif pour fabriquer les moules composites qui serviraient ensuite à mettre en forme le béton léger développé pour l'application.

## Adapter le procédé à la fabrication des panneaux

L'utilisation du moulage adaptatif pour cette application imposait certaines contraintes. Les moules composites fabriqués par BeSpline devaient notamment être suffisamment rigides pour supporter les pressions exercées lors du moulage du béton léger, sans compromettre la géométrie des panneaux. L'entreprise a donc travaillé sur la conception des plaques constituant ces moules, notamment leurs dimensions et leur épaisseur, afin de limiter leur déformation.

La géométrie des panneaux constituait elle aussi une partie importante de la réflexion. Il ne s'agissait pas simplement de démontrer qu'une forme courbe pouvait être moulée. Les panneaux devaient pouvoir être juxtaposés tout en maintenant une continuité de surface et en demeurant compatibles avec les dimensions et les systèmes de fixation utilisés dans le bâtiment. Une même géométrie pouvait également être positionnée de différentes façons afin de créer des effets visuels variés, sans pour autant multiplier les modèles de panneaux.

Dans ce contexte, la précision du moule adaptatif est rapidement devenue un enjeu déterminant.

## De la forme programmée à la forme réelle

Jusqu'alors, le système fonctionnait essentiellement en boucle ouverte : une géométrie était dessinée sur ordinateur, transmise au moule, puis reproduite par celui-ci. Or, les travaux ont montré que la surface réellement obtenue pouvait présenter des écarts par rapport à la géométrie théorique.

Selon la forme et la zone mesurée, ces écarts pouvaient atteindre 5 à 10 mm. Une variation qui prend toute son importance lorsque des panneaux doivent être juxtaposés et assurer une continuité de surface.

BeSpline a donc entrepris de transformer cette boucle ouverte en un système intégrant une rétroaction. Une fois la forme générée, sa surface est numérisée à l'aide d'un numériseur. Le nuage de points obtenu permet de comparer la géométrie réelle du moule au modèle numérique. Les écarts mesurés servent ensuite à corriger la programmation avant de générer et de numériser de nouveau la surface. Le processus peut être répété pour se rapprocher progressivement de la géométrie recherchée.

Cette nouvelle fonctionnalité a permis une amélioration marquée de la précision. Alors que certains écarts atteignaient initialement 5 à 10 mm, BeSpline a récemment mesuré des tolérances d'environ 0,5 mm, soit une précision de 10 à 20 fois supérieure à celle observée au départ.

L'entreprise a depuis déposé un brevet sur cette fonctionnalité, qui vient s'ajouter à la propriété intellectuelle déjà associée à sa technologie de moulage adaptatif.

## Une avancée transposable à d'autres applications

La nouvelle fonctionnalité développée par BeSpline trouve un intérêt au-delà des panneaux-façades. C'est notamment le cas pour la fabrication de dômes à double courbure, où la continuité entre les différentes surfaces est particulièrement importante. Les joints entre les différentes pièces doivent alors être suffisamment précis pour s'effacer presque à l'œil nu. Or, les formes à double courbure, particulièrement lorsque les rayons se resserrent, font partie des géométries les plus exigeantes pour le procédé.



Source : BeSpline

Prototypes de panneaux courbés

Une meilleure fidélité à la géométrie numérique permet également de réduire les opérations de finition nécessaires pour corriger les pièces. Pour BeSpline, le gain se traduit donc à la fois par une amélioration de la qualité et par une réduction potentielle du temps et des coûts associés aux corrections après la mise en forme.

L'entreprise dispose ainsi d'une technologie plus précise qu'elle peut transposer à d'autres applications faisant appel à des géométries complexes.

## Une collaboration appelée à se poursuivre

La complémentarité entre les partenaires aura joué un rôle important dans le développement. En confrontant la technologie de BeSpline aux besoins d'une application concrète dans le secteur du bâtiment, la collaboration a notamment fait émerger une amélioration du moulage adaptatif qui n'avait pas été envisagée au départ.

La suite reste maintenant à définir. BeSpline et Texnov poursuivent leurs discussions sur la façon de faire évoluer le produit au-delà du projet. Parmi les possibilités évoquées, mentionnons notamment la création d'une coentreprise.

D'un besoin initial, fabriquer autrement des panneaux-façades courbes, est ainsi née une avancée qui dépasse cette seule application. Avec une précision accrue et une nouvelle propriété intellectuelle, BeSpline dispose désormais d'un moulage adaptatif capable de répondre à des géométries complexes avec une fidélité nettement supérieure.



Source : BeSpline

Moulage d'un panneau de grande dimension avec des courbures complexes



Source : Adobe Stock

INNOVATION

# LES THERMOPLASTIQUES ÉLASTOMÈRES : L'ALLIANCE PARFAITE ENTRE LE PRÉSENT ET L'AVENIR

**Par Denis Rodrigue[1], collaboration spéciale**

## Généralités

Dans le domaine des plastiques en général, les résines thermoplastiques et les élastomères sont considérés comme étant deux familles distinctes en raison de leurs propriétés intrinsèques. Au fil du temps, la combinaison de ces deux matériaux a mené à la création d'une nouvelle famille de produits : les thermoplastiques élastomères (TPE).

Les TPE sont un mélange physique (deux ou plusieurs phases distinctes) de polymères/copolymères combinant les propriétés des thermoplastiques et des élastomères. Néanmoins, la définition complète d'un TPE comporte trois critères à satisfaire :

- avoir une élongation à la rupture supérieure à 100 % ;
- pouvoir être transformé par des procédés de plasturgie (état fondu) ;
- ne pas présenter de fluage significatif (c'est-à-dire une stabilité à long terme).

En général, les TPE sont classifiés en six grandes familles :

- copolymères séquencés styréniques (TPS) ;
- polyoléfines élastomères thermoplastiques (TPO) ;
- vulcanisats thermoplastiques (TPV) ;
- polyuréthanes thermoplastiques (TPU) ;
- copolyester thermoplastique (TPC) ;
- polyamides thermoplastiques (TPA) ;

Néanmoins, pour des besoins de recherche et de développement (R et D) ou autres, de nouveaux matériaux sont constamment développés et étudiés pour des applications précises, ce qui mène souvent à un matériau ne pouvant pas être classifié dans les six grandes familles. Dans ce cas particulier, ils sont dénotés comme étant des élastomères thermoplastiques non classés (TPZ). Finalement, des sous-catégories sont aussi possibles pour classifier plus précisément les différentes structures moléculaires et morphologiques. Ceci est souvent le cas pour les TPO qui peuvent contenir des insaturations avec des zones souples et rigides générant des différences importantes au niveau de la cristallinité et de la masse volumique, donc de leurs propriétés finales (surtout mécanique et thermique)[2].

1 Denis Rodrigue, ing. Ph. D. est professeur-chercheur au département de génie chimique de l'Université Laval (Denis.Rodrigue@gch.ulaval.ca)

2 M. Sun et coll., Synthesis and characterization of polyolefin thermoplastic elastomers: A review, Canadian Journal of Chemical Engineering, 101(9), 4886-4906 (2023).

Les TPE sont maintenant présents dans une multitude d'applications, allant des pièces automobiles (pare-chocs, joints d'étanchéité, amortisseurs) aux vêtements (fibres textiles, semelles de chaussures) en passant par les équipements médicaux (cathéters, sacs, poches, tubulures), les appareils électriques/électroniques (isolation, gaines de câbles) et la construction/revêtements/appareils ménagers (outils, toitures)[3]. Les TPE sont aussi très utilisés pour des applications militaires, non seulement pour les véhicules, mais aussi pour des applications énergétiques[4,5]. Finalement, les propriétés des TPE peuvent être aussi modifiées par l'ajout de fibres de renfort (composites)[6], ou par des procédés de moussage (matériaux expansés)[7].

## Développement durable

Dans un article antérieur, nous avons discuté en détail de l'importance de l'économie circulaire et du développement durable dans le domaine des polymères et des matières plastiques en général[8]. Il est donc possible de penser que les TPE pourraient facilement être produits en utilisant des matières recyclées d'origine post-industrielle ou postconsommation pour remplacer la phase thermoplastique et/ou la phase élastomère. En réalité, la situation est plus complexe qu'un simple mélange physique car la matière finale doit satisfaire les trois critères énoncés auparavant. Étant donné la compatibilité limitée entre les différentes phases présentes, les interactions (chimique, physique, ionique, etc.) sont généralement faibles générant des défauts (porosité, fissures, mauvais contact entre les phases) dans la pièce et produisant des propriétés (surtout mécanique) faibles.

Pour résoudre le problème de compatibilité entre les phases, différentes méthodes ont été proposées. Ces méthodes sont généralement les mêmes que celles utilisées pour les matières vierges. Les méthodes les plus utilisées sont[9] :

- ajout de copolymères (réactif ou non réactif);
- réticulation (peroxydes, soufre, radiation);
- ajout de (nano)particules (argiles, cellulose, carbone, etc.);
- modifications chimiques des phases (traitement avec des acides, bases, solvants, etc.).

Néanmoins, tous ces traitements occasionnent des coûts supplémentaires afin de gérer les matières, les procédés et les résidus. Il est donc nécessaire d'effectuer une analyse technico-économique (ATE) et une analyse de cycle de vie (ACV) afin d'obtenir une conclusion plus précise. Comme toujours, le ratio coût/performance est le critère définitif pour obtenir une décision plus éclairée.

En général, la production de TPE à base de matières recyclées est possible pour différentes applications. Au département de génie chimique de l'Université Laval, mon groupe de recherche travaille depuis plus de 20 ans sur le sujet des TPE, principalement à partir des résidus de pneus usés (auto et camion) pour la



Source : Adobe Stock

phase élastomère. En particulier, différents traitements ont été étudiés pour améliorer la qualité (fini de surface) et les propriétés (rigidité, élongation maximale, etc.) des produits finis en utilisant des procédés de régénération/dévulcanisation du caoutchouc en combinaison avec différentes résines thermoplastiques vierges ou recyclées.

Le développement de TPE à partir de matières recyclées est intéressant car il est possible de contrôler les propriétés finales du mélange selon plusieurs facteurs :

- type de résines (thermoplastique et élastomère);
- origine des résines (vierge et recyclée);
- formulation (recette, concentration, additifs);
- taille des particules (phase dispersée);
- stratégie de mélange (ordre d'addition des composants);
- conditions de mise en œuvre (température, débit, vitesse de cisaillement, etc.);
- type de procédé de mise en œuvre (compression, extrusion, injection, etc.).

## Exemples de produits étudiés

Au cours des dernières années, plusieurs matières ont été étudiées afin de développer des applications pour des résines TPE en utilisant différents procédés de mise en œuvre. On présente ici trois exemples concrets basés sur trois procédés différents.

### Moulage par compression

Une application intéressante des TPE est dans la fabrication de roues pleines de petites tailles par un procédé de (sur)moulage en compression. Cette application nécessite une quantité limitée de

»

3 A.S. Mohite et coll., Bridging the gap between rubbers and plastics: A review on thermoplastic polyolefin elastomers, Polymer Bulletin, 79(2), 1309-1343 (2022).
4 R.R. Sanghavi et coll., Thermoplastic elastomers (TPEs) as binders for futuristic propellants and explosives: A review, Journal of Polymer Materials, 17(3), 221-232 (2000).
5 A.K. Sikder et S. Reddy, Review on energetic thermoplastic elastomers (ETPEs) for military science, Propellants Explosives Pyrotechnics, 38, 14-28 (2013).
6 B. Yang et coll., A review on the study of fiber-reinforced thermoplastic elastomer composites, Macromolecular Rapid Communications, 47(16), e70411 (2026).
7 W. Zhai et coll., A review on physical foaming of thermoplastic and vulcanized elastomers, Polymer Reviews, 62(1), 95-141 (2022).
8 D. Rodrigue, Le recyclage des plastiques : Un sujet d'actualité !, Polymères Québec, 1(2), 20-21 (2023).
9 A. Fazli et D. Rodrigue, Waste rubber recycling: A review on the evolution and properties of thermoplastic elastomers, Materials, 13, 782 (2020).

matières qui peuvent être toutes d'origine postconsommation (100 %). La Figure 1 présente un exemple de ce type de roue (tondeuse à gazon, bac roulant, etc.) dont la bande de roulement (partie externe) est composée d'un mélange de poudrette de pneus usés (GTR) mélangée avec des flocons recyclés provenant de bouteilles rigides (polyéthylène haute densité recyclé, rHDPE). Cette formulation est intéressante, car la dureté (douceur de roulement) et la résistance (abrasion) peuvent être facilement ajustées en fonction du ratio GTR/rHDPE dans la formulation.



Source : Denis Rodrigue

Figure 1. Exemple de roue dont la bande de roulement (partie extérieure) est un TPE composé d'un mélange de poudrette de pneus usés avec du polyéthylène haute densité recyclé. Le cœur de la roue (partie centrale) est aussi fait de rHDPE pour améliorer l'adhésion entre les deux parties.

### Moulage par injection

Plusieurs applications de différentes tailles/géométries peuvent être développées pour fabriquer des pièces en utilisant un procédé de moulage par injection. Encore une fois, le comportement rhéologique (viscoélasticité, indice de fluidité, etc.) peut être contrôlé par le ratio entre la phase élastomère et la phase thermoplastique. Par exemple, la Figure 2 présente des échantillons typiques pour effectuer des caractérisations (mécanique, morphologique, physique, thermique, etc.) sur les recettes étudiées. Dans ce cas, les mélanges sont produits à base de poudrette de pneus usés (GTR) avec des films agricoles recyclés (mélange de polyéthylène linéaire de basse densité et de polyéthylène de basse densité, rLLDPE/rLDPE). Ces formulations peuvent ensuite être utilisées pour des produits comme des joints antivibrations, étanchéité, etc.



Source : Denis Rodrigue

Figure 2. Exemples de pièces moulées par injection à partir d'un mélange de poudrette de pneus usés avec des films agricoles recyclés.

### Rotomoulage

Afin de produire des pièces noires ayant une grande résistance aux intempéries (pluie, UV, $O^2$, etc.), le mélange de poudrette de pneus usés peut être facilement fait à sec avec des résines thermoplastiques. Ces mélanges sous forme de poudre sont ensuite utilisés dans des procédés de rotomoulage pour des applications extérieures (jardins, parcs, écoles, etc.). La Figure 3 présente un exemple de bordure pouvant être emboîtée avec d'autres similaires. Dans ce cas, la forme finale est facilement contrôlée par la géométrie du moule ayant des dimensions variables selon l'application visée. L'avantage du rotomoulage est de produire des pièces creuses de différentes tailles n'ayant aucune ligne de soudure, ce qui améliore leur résistance (pas de défaut de joint).



Source : Denis Rodrigue

Figure 3. Exemple de bordure extérieure produite par rotomoulage à partir d'un mélange à sec de poudrette de pneus usés (GTR) avec du polyéthylène linéaire de densité moyenne (LMDPE).

### Conclusion

À partir des informations disponibles, basées sur une longue liste de travaux antérieurs, il est facile de voir que les résines thermoplastiques élastomères (TPE) représentent une famille de matériaux très intéressants pour diverses applications (principalement automobile et construction). La maîtrise de leurs propriétés est plutôt aisée en fonction de leur composition (ratio élastomère/thermoplastique), ce qui entraîne une vaste gamme de valeurs et permet de concevoir une variété d'applications, allant de minuscules composants (joints d'étanchéité) à d'énormes éléments (pare-chocs de camion). De plus, les matières premières entrant dans leur fabrication peuvent être d'origine recyclée, ce qui permet de diminuer les coûts non seulement monétaires, mais aussi environnementaux. En particulier, l'utilisation de poudrette de pneus usés (avec ou sans traitement) est un débouché intéressant pour le nombre grandissant de pneus qui arrivent en fin de vie. Ces applications (bordures, joints, roues, etc.) représentent des débouchés à grande échelle et beaucoup plus intéressants/viables que leur enfouissement ou leur usage comme combustible en matière d'économie circulaire et de développement durable. D'autres débouchés sont en cours de développement en utilisant d'autres matières résiduelles (thermoplastiques et élastomères) : restez à l'affût de ceux-ci.

Saviez-vous que les thermoplastiques élastomères (TPE) existent sur le marché depuis les années 1950[1]? À l'origine, ils étaient fabriqués à base de polyuréthane (TPU).

La première application fut des fibres textiles élastiques pour remplacer le polychlorure de vinyle (PVC)[2].

1 https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoplastic_elastomer

2 J.G. Drobny, Handbook of thermoplastic elastomers, William Andrew, ISBN: 978-0-8155-1549-4 (2007).

# UN ALLIÉ DE TAILLE POUR ATTEINDRE VOS OBJECTIFS

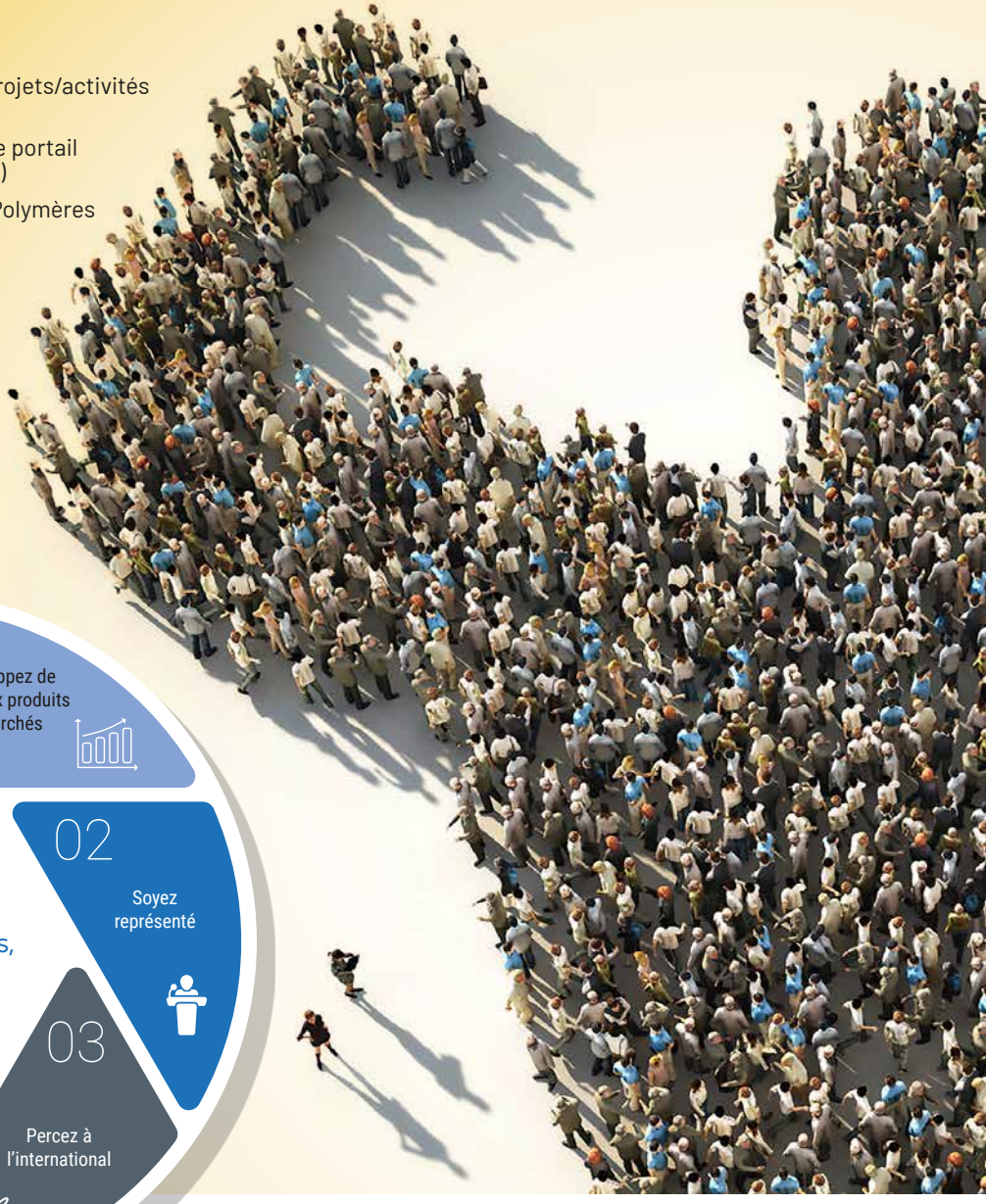
DEVENEZ MEMBRE ☑

Alliance Polymères Québec

Alliés pour innover, développer, attirer et rayonner

**DÉCOUVREZ LES AVANTAGES D'ÊTRE MEMBRE :**

- Accès aux programmes de subventions sur les projets/activités collaboratifs (jusqu'à 80 % de subvention)
- Inscription dans le répertoire des membres sur le portail polymeresquebec.com (logo, adresse, téléphone)
- Retombées liées à l'image de marque d'Alliance Polymères Québec véhiculée au Québec et à l'étranger
- Pouvoir participer activement comme membre aux différents projets et comités mis sur pied à la demande des membres
- Bénéficier de la notoriété d'APQ comme ambassadeur de l'industrie pour vous faire connaître et entendre
- Bénéficier d'opportunités qui ne sont pas disponibles aux non-membres.
- Et bien plus !






Pour en savoir plus !

**DEVENEZ MEMBRE MAINTENANT!**
**BALAYEZ LE CODE OU CONTACTEZ-NOUS :**

**Simon Chrétien**, directeur général, Alliance Polymères Québec
**418 903-0763** | schretien@alliancepolymeres.org

Créneaux d'excellence DU QUÉBEC

En partenariat avec Québec




Source : COALIA

INNOVATION

# LES POLYMÈRES BIOCIDES AU SERVICE DES SURFACES ET TEXTILES TECHNIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

**Par Pascal Y. Vuillaume[1], Lori Leblond[2] et Fanny Charreteur**

La pandémie de COVID-19 a mis en évidence la vulnérabilité des systèmes sanitaires[3]. Encore aujourd'hui, les alertes de l'Organisation mondiale de la Santé concernant l'émergence potentielle de nouveaux agents pathogènes[4] soulignent l'importance de développer des matériaux capables de limiter la propagation des microorganismes indésirables. Les polymères antimicrobiens et antiviraux représentent une avenue prometteuse, notamment parce qu'ils permettent d'éviter certaines formulations à base de cuivre dont l'utilisation soulève des préoccupations quant à leurs effets potentiels sur la santé[5].

1 Pascal Y. Vuillaume était conseiller expert en recherche (retraité) chez COALIA (eleclair@coalia.ca)
2 Lori Leblond est chargée de projet – Chimie et matériaux avancés chez COALIA (lleblond@coalia.ca)
3 On estime à environ sept millions le nombre de décès associés à cette infection virale.
4 On peut parler notamment des variants du SARS-CoV-2 associés à Omicron, les virus influenza aviaires hautement pathogènes tels que H5N1, et les virus zoonotiques comme mpox (variole du singe), Nipah ou Ebola.
5 O. Bandmann et coll. Lancet Neurology 2015, 14(1), 103.

Les polymères biocides peuvent limiter la transmission des agents pathogènes grâce aux interfaces inertes comme les surfaces de contact et les textiles techniques. Plusieurs systèmes sont déjà commercialisés, comme les technologies Aegis® et Microban®[6,7]. Les technologies développées par COALIA s'appliquent aux textiles médicaux, aux systèmes de filtration de l'air ainsi qu'aux surfaces de contact fréquemment utilisées dans les milieux de soins et les transports collectifs.

Les matériaux antimicrobiens suscitent d'ailleurs un intérêt croissant dans plusieurs secteurs industriels. Au-delà du domaine médical, ils peuvent contribuer à réduire les risques de contamination dans les bâtiments publics, les environnements de travail, les transports collectifs ainsi que dans certains procédés industriels nécessitant un contrôle accru de l'hygiène. L'objectif n'est pas de remplacer les pratiques de nettoyage et de désinfection existantes, mais d'ajouter une couche de protection complémentaire directement intégrée au matériau.

Leur intégration est compatible avec plusieurs procédés industriels existants, notamment les techniques de revêtement, l'extrusion et certains traitements de surface. Cette compatibilité facilite leur déploiement dans un contexte manufacturier et favorise leur intégration à grande échelle.

Les polymères biocides constituent une approche complémentaire aux stratégies médicales traditionnelles. Plusieurs programmes de recherche financés par le CRSNG[8] ont été mis en œuvre chez COALIA dès l'émergence de la pandémie. Ces travaux ont conduit au développement de surfaces polymériques présentant une activité antivirale significative. Les résultats obtenus ont également mis en évidence le potentiel de ces matériaux pour lutter contre les bactéries.

Cette approche présente l'avantage d'agir de façon continue, sans intervention de l'utilisateur. Contrairement à certains désinfectants dont l'efficacité diminue rapidement après l'application, les fonctions antimicrobiennes sont intégrées directement à la surface ou à la matrice polymérique. Cette caractéristique ouvre la voie au développement de matériaux capables de conserver leurs propriétés protectrices pendant toute leur durée de vie utile.

Les infections bactériennes nosocomiales demeurent une problématique importante dans les établissements de santé, particulièrement en lien avec les surfaces de contact et les textiles médicaux réutilisables ou à usage unique. Dans cette perspective, les travaux ont été partiellement réorientés vers le développement de polymères antibactériens. L'objectif consiste à développer des matériaux à large spectre d'activité, compatibles avec les contraintes industrielles et capables de conserver leurs propriétés en conditions d'utilisation réelles.

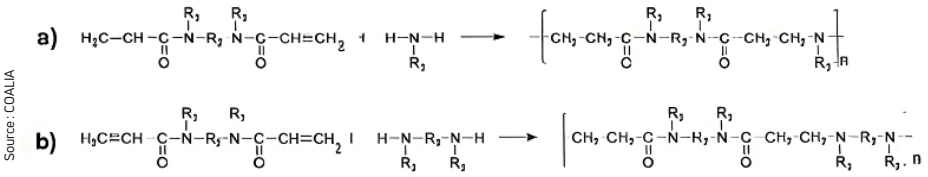
Les travaux ont d'abord porté sur l'évaluation de polymères commerciaux reconnus pour leurs propriétés antivirales et antimicrobiennes, notamment le polyéthylèneimine (PEI) et le poly(maleic anhydride-alt-1-octadécène) (PMAOD). Le PEI présente une activité antivirale élevée[9], mais son utilisation demeure limitée, tandis que le PMAOD nécessite une fonctionnalisation chimique afin d'obtenir des performances biocides significatives[10].

Afin de développer une solution plus simple à mettre en œuvre et mieux adaptée à un éventuel transfert industriel, les recherches se sont orientées vers les polyamidoamines linéaires (PAA), une famille de polymères hydrosolubles et biodégradables déjà étudiée pour diverses applications biomédicales. Développées notamment par Ferruti et ses collaborateurs[11], ces macromolécules présentent plusieurs avantages : leur synthèse est relativement simple, utilise des solvants courants et permet d'obtenir des matériaux de grande pureté.

L'intérêt des PAA réside également dans leur grande flexibilité de conception. Leur structure peut être adaptée afin de moduler différentes propriétés, notamment leur activité antimicrobienne, leur compatibilité avec certains substrats ou encore leur comportement en conditions d'utilisation réelles. Cette capacité d'adaptation constitue un avantage important pour le développement de solutions répondant aux besoins spécifiques de différents secteurs industriels.

L'objectif était de concevoir des polymères capables d'inactiver efficacement bactéries et virus tout en demeurant compatibles avec différents matériaux et procédés de transformation. Leur mode d'action repose sur la présence de charges positives qui interagissent avec les membranes bactériennes ou les enveloppes virales, entraînant leur déstabilisation et une diminution de leur activité infectieuse.

Le principal défi consiste à trouver le juste équilibre entre efficacité antimicrobienne et innocuité. Une densité de charges trop élevée peut améliorer les performances biocides, mais également accroître les risques de cytotoxicité[12]. Les architectures développées dans le cadre de ce projet ont donc été conçues afin d'optimiser cet équilibre et de favoriser le développement de matériaux antimicrobiens performants, durables et adaptés à des conditions d'utilisation réelles.




Source : COALIA

Figure 1. Voies de synthèse des polyamidoamines linéaires (PAA), non quaternisées, obtenues au moyen : a) des amines primaires; b) des diamines secondaires.

6 Lubrizol Corporation. Aegis Microbe Shield Technology: Antimicrobial Textile Treatment. Cleveland, États-Unis.

7 International Ltd. Antimicrobial Technology for Textiles and Polymers. Huntersville, États-Unis.

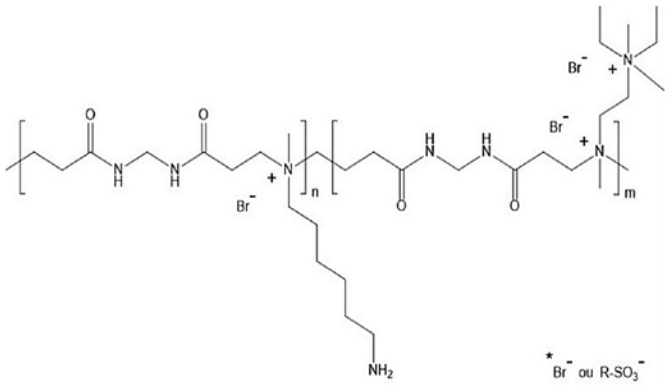
8 Financements obtenus du CRSNG : COVPJ 554665-20 : revêtements virucides, 2020; COVPJ 554709-20 : thermoplastiques biocides et régénérables, 2020; CCB21-2021-00169 : polymères virucides, 2021.

9 L. Leblond et coll. Publication à venir.

10 Sa disponibilité commerciale sous forme aqueuse entraîne certaines contraintes logistiques et économiques pour des applications industrielles à grande échelle.

11 P. Ferruti et coll. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, 2013, 51, 2319.

12 P. Y. Vuillaume et coll. Biomacromolecules, 2005, 6, 176.




Source : COALIA

Figure 2. Structure d'un terpolycation PAA synthétisé dans le cadre de cette étude (voir la réf. 8 pour plus de détails).

En étroite collaboration avec un partenaire industriel, différentes techniques de dépôt des PAA sur les matériaux ont été évaluées afin de favoriser un éventuel transfert technologique. L'enduction par trempage s'est révélée particulièrement intéressante en raison de sa simplicité, de son faible coût et de sa capacité à assurer une distribution homogène du polymère actif à la surface des substrats. Cette approche présente également l'avantage d'être facilement intégrable à plusieurs chaînes de production existantes, limitant ainsi les investissements nécessaires à une éventuelle industrialisation.

Les PAA développés ouvrent également la voie à l'utilisation de substrats plus polaires, notamment les textiles à base de polyamides. L'efficacité d'un matériau antimicrobien dépend toutefois de sa capacité à demeurer solidement fixé à son support. Différentes approches ont donc été évaluées afin de limiter les phénomènes de désorption et de lessivage du polymère actif.

Parmi celles-ci, les stratégies reposant sur la formation de liaisons covalentes entre le polymère et le textile présentent un potentiel intéressant pour améliorer la durabilité des performances. Bien que certains paramètres demeurent à optimiser, ces approches pourraient contribuer à prolonger la durée de vie des propriétés antimicrobiennes et à améliorer la résistance des matériaux aux conditions d'utilisation répétées, aux manipulations et aux cycles de nettoyage.

À moyen terme, ces travaux pourraient mener au développement de matériaux fonctionnels combinant performance, durabilité et protection antimicrobienne. Dans un contexte où la qualité de l'air intérieur, la prévention des risques biologiques et la résilience des infrastructures gagnent en importance, ces technologies offrent des perspectives intéressantes pour les secteurs des textiles techniques, de la santé et des matériaux avancés.

Au-delà des applications sanitaires, ces développements illustrent également le potentiel des matériaux fonctionnels à générer de nouvelles possibilités d'innovation pour les entreprises québécoises. L'intégration de fonctions à valeur ajoutée directement dans les matériaux représente une voie prometteuse pour développer des produits plus performants, mieux différenciés et davantage adaptés aux exigences des marchés actuels.



**Oups... manqué !**

**Cet espace publicitaire était disponible.**

Fais-toi remarquer par plus de 5 000 clients potentiels. Réserve ta place dans le prochain numéro dès maintenant !

magazine@alliancepolymeres.org

1/2 PAGE

# QUAND LES COMPOSITES TRANSFORMENT LE MONDE

AÉRONAUTIQUE & SPATIAL
ARCHITECTURE & DESIGN
AUTOMOBILE
CONSTRUCTION & GÉNIE CIVIL
DÉFENSE
ÉLECTRIFICATION
ÉLECTRONIQUE
ÉNERGIES
ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS
FERROVIAIRE
INDUSTRIE DE L'EAU
MARINE
MÉDICAL
MOBILITÉ
SPORTS & LOISIRS
TRANSPORTS

## JEC WORLD 2027

**L'événement de référence dédié aux composites**

**2-4 Mars**

**www.jec-world.events**

**PARIS**
NORD-VILLEPINTE

INNOVATION

# L'INNOVATION QUÉBÉCOISE EN ACTION

**Par Clément Stenger[1] et B. Rusoma Akilimali[2], collaboration spéciale**

## Trois technologies polymères soutenues par PRIMA Québec et ce qu'elles changent pour les manufacturiers

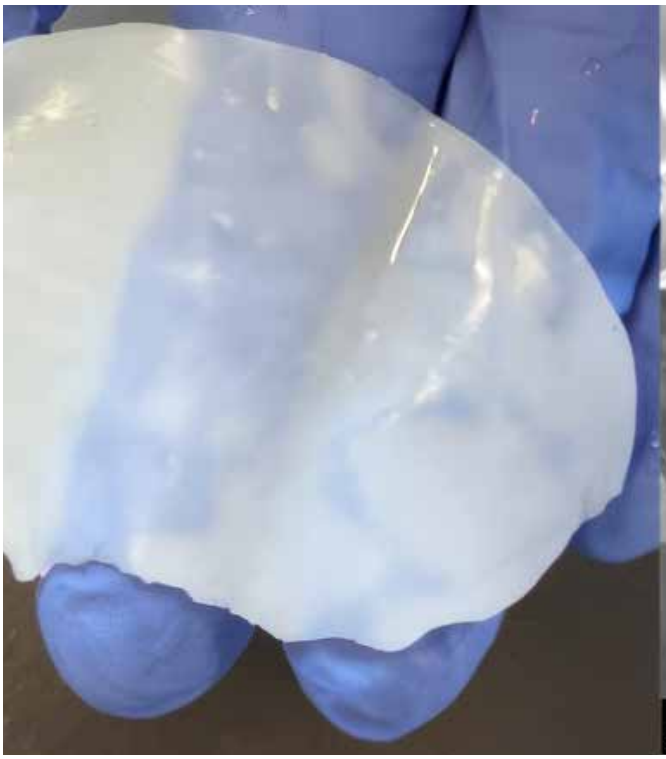
Depuis plus de dix ans, PRIMA Québec joue un rôle central dans l'écosystème québécois des matériaux avancés en accompagnant les entreprises, les centres de recherche et les établissements d'enseignement dans leurs projets de recherche et développement. En tant que pôle de recherche et d'innovation en matériaux avancés, l'organisme mobilise les expertises, favorise les collaborations stratégiques et soutient financièrement des initiatives qui contribuent à renforcer les capacités concurrentielle et d'innovation du Québec.

Pour les entreprises, ces projets ne sont pas que des réussites scientifiques à admirer de loin. Une fois arrivées à maturité, ces technologies peuvent devenir de nouvelles options d'approvisionnement, des procédés à adopter ou des créneaux de marché à exploiter. Elles illustrent également concrètement ce que l'accompagnement de PRIMA Québec peut apporter à un projet de R et D. Au fil des années, de nombreux projets liés aux polymères ont vu le jour grâce à cet accompagnement, générant de nouvelles connaissances, accélérant le transfert technologique et ouvrant la voie à des applications innovantes dans plusieurs secteurs industriels.

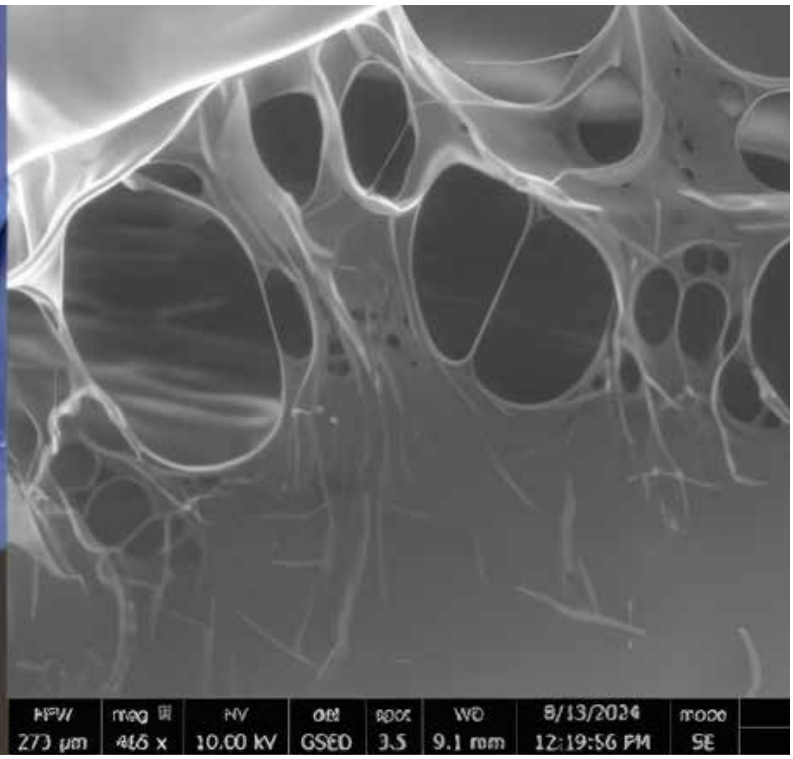
Nous vous proposons aujourd'hui de découvrir trois projets marquants pour l'innovation industrielle et le savoir-faire québécois en matière de polymères et ce que chacun représente comme occasion pour les entreprises d'ici.

### 3DREAM : démocratiser l'impression 3D haute performance

Le projet « 3DREAM Fabrication additive de pointe pour les polymères thermoplastiques » visait à offrir une alternative ouverte aux technologies contrôlées par quelques grands acteurs de l'industrie. Son objectif était de développer une solution fiable et accessible permettant la production industrielle de pièces polymères performantes par impression 3D, un enjeu direct pour les entreprises qui dépendent aujourd'hui de systèmes propriétaires liés à un seul fournisseur d'équipement ou de matière.



Membrane d'hydrogel mimant les tissus vasculaires




Structure microporeuse de l'hydrogel

Source : image fournie par Pr Rosaire Mongrain - Université McGill

1 Clément Stenger est conseiller en marketing et communications chez PRIMA (clement.stenger@prima.ca)
2 B. Rusoma Akilimali, PhD est conseiller en technologie innovation chez PRIMA (rusoma.akilimali@prima.ca)

Piloté scientifiquement par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC-Mihaela Mihai), le Centre de recherche sur l'automobile et les transports de surface (ATS) et Polytechnique Montréal (Daniel Therriault), le consortium réunissait douze partenaires industriels[3] présents à toutes les étapes de la chaîne de valeur de l'impression 3D : fournisseurs de matières premières, fabricants de composites, producteurs de filaments, fabricants d'équipements et utilisateurs finaux. Cette approche collaborative a favorisé un transfert équitable des connaissances et des innovations entre les partenaires. Chacun bénéficie ainsi du savoir-faire développé, plutôt que d'une simple licence d'utilisation limitée.

Les travaux ont permis de développer au moins huit nouveaux composites avancés à haute température de fusion, notamment à base de PEKK, de PEI et de PPS. Ils ont également mené à plusieurs avancées technologiques majeures : adaptation de l'impression FFF à haute température, recyclage des pièces imprimées, intégration de systèmes de contrôle thermique en temps réel et utilisation de technologies de profilométrie avancée. Des outils de modélisation, de simulation et d'apprentissage machine ont aussi été développés pour optimiser les performances des pièces produites.

Les avancées du procédé FFF appliqué aux composites à haute température de fusion ont permis d'améliorer jusqu'à 80 % l'adhésion entre les couches imprimées. Ce gain améliore considérablement les propriétés mécaniques des pièces finales et rapproche l'impression 3D thermoplastique des exigences structurelles de l'aérospatiale et du transport Au-delà des résultats technologiques, 3DREAM a également contribué à structurer un véritable réseau collaboratif appelé à perdurer après la fin du projet, ouvert à d'autres manufacturiers désirant s'y greffer.

## Un vernis de nouvelle génération pour l'industrie aéronautique

Le second projet, intitulé « Vernis de nouvelle génération par polymérisation radicalaire par désactivation réversible » a été mené par C&D Aerospace Canada, devenu Safran Cabin Canada Co., en partenariat avec l'Université McGill (Milan Maric).

L'objectif était ambitieux : développer un vernis de haute performance pour l'aménagement intérieur des avions tout en limitant la dépendance à des fournisseurs externes. Cette préoccupation touche de nombreux acteurs dont la chaîne d'approvisionnement dépend d'un nombre restreint de fournisseurs. Le revêtement recherché devait combiner plusieurs propriétés clés : résistance à la fissuration, faible inflammabilité, faible rétraction, durabilité élevée et facilité d'application par pulvérisation.

Les travaux ont conduit à la mise au point d'une nouvelle génération de vernis respectueux de l'environnement, élaborés à partir de copolymères synthétisés par polymérisation radicalaire par désactivation réversible (RDRP) et intégrant une proportion importante de composés biosourcés.

Le produit développé présente les performances recherchées ainsi que des propriétés d'autoréparation. Certains défauts ou certaines rayures peuvent ainsi être corrigés sans intervention externe coûteuse, ce qui permet de réduire les coûts d'entretien. Les formulations utilisent des solvants aqueux conformes aux exigences réglementaires, réduisent considérablement l'utilisation de composés organiques volatils (COV) et conservent des temps de réticulation inférieurs à une journée, ce qui facilite l'intégration à une cadence de production industrielle.

Les chercheurs ont également obtenu des revêtements stables, transparents, sans décoloration et dotés d'une longue durée de conservation, facilitant leur application industrielle tout en réduisant les contraintes opérationnelles pour les utilisateurs. Cette combinaison de performance, de durabilité et d'approche écoresponsable constitue une avancée importante pour l'industrie des revêtements aéronautiques. Cette technologie offre également une solution de remplacement aux vernis importés pour les entreprises qui souhaitent internaliser cette étape de leur chaîne de production.

## Des endoprothèses polymères pour répondre à un enjeu de santé majeur

Le troisième projet, « Endoprothèse à base de PLLA recouverte de nanovésicules mimétiques d'exosomes pour le traitement de l'ischémie critique des membres inférieurs », réunissait les entreprises Seido (Corée du Sud) et Dotter (Québec), ainsi que les universités Chung-Ang et McGill (Rosaire Mongrain).

L'ischémie critique des membres inférieurs constitue un problème de santé majeur associé notamment au vieillissement de la population. Malgré l'existence de traitements tels que les greffes vasculaires, les artériectomies ou l'angioplastie par ballonnet, plusieurs limites demeurent quant à leur efficacité à long terme.

Le projet visait à développer des endoprothèses biorésorbables à base de PLLA (acide poly-L-lactique) capables de favoriser une meilleure intégration biologique tout en réduisant les réactions inflammatoires associées aux implants traditionnels. Les chercheurs souhaitaient notamment combiner ces dispositifs avec des nanovésicules dérivées de cellules souches afin d'améliorer les mécanismes de guérison tissulaire. Le projet montre aussi que la transformation de polymères techniques comme le PLLA peut ouvrir la voie au secteur médical, un marché à forte valeur ajoutée encore peu exploité par les entreprises québécoises du secteur.

Les équipes québécoises et coréennes ont travaillé conjointement sur la fabrication des endoprothèses, les procédés de revêtement et l'intégration d'une bioencre contenant les nanovésicules. Au cours du projet, les orientations de recherche ont évolué et un nouvel objectif est apparu : mieux comprendre le comportement des nanovésicules, leur déplacement à travers les membranes biologiques et leur potentiel comme vecteur thérapeutique.

Cette réorientation a permis le développement de nouvelles connaissances sur les technologies de revêtement, la modélisation des mécanismes de transport et l'optimisation de la conception des dispositifs médicaux. Pour les partenaires industriels, le projet a également favorisé le développement d'expertises spécialisées et renforcé les collaborations entre le Québec et la Corée du Sud. PRIMA Québec rend ainsi ce type de maillage international accessible à des entreprises qui, seules, n'auraient pas les moyens d'établir un tel partenariat.

Ces trois projets illustrent surtout les possibilités qu'offre cet écosystème aux entreprises. Elles peuvent accéder à des technologies avant leur commercialisation, réduire leur dépendance à des fournisseurs uniques et partager les risques et les coûts de la R et D au sein d'un consortium. Elles peuvent aussi pénétrer de nouveaux marchés en s'appuyant sur une expertise déjà maîtrisée.

3 Alstom, AON3D, Cancarb., Dyze Design, eLab Extrusion, Felix Compounds, Hutchinson, Hydro-Québec, OCX Services, Safran Tech, Solaxis Ingéniosité Manufacturière et Technosub.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

# LES PFAS, DE LA PERFORMANCE DES MATÉRIAUX À L'ENJEU ENVIRONNEMENTAL

**Par Sébastien Dumont[1], collaboration spéciale**



Source : Adobe Stock



Source : Adobe Stock

Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA ou plus communément PFAS en anglais) occupent depuis quelques années une place grandissante dans l'actualité. Longtemps considérées comme des alliées incontournables de l'industrie grâce à leurs propriétés exceptionnelles, elles sont désormais au cœur d'inquiétudes environnementales et sanitaires, au point d'être surnommées les « polluants éternels ».

## Pourquoi les PFAS ont-ils été si prisées ?

Les PFAS forment une famille d'environ 15 000 substances chimiques synthétiques possédant en point commun un squelette de carbone fluoré (C-F). Cette liaison, reconnue comme l'une des plus fortes en chimie organique, confère aux PFAS une grande stabilité moléculaire. Cette stabilité leur confère une forte résistance à la dégradation, à l'origine de propriétés recherchées depuis des décennies, telles que la résistance à la chaleur, la stabilité chimique, le caractère antiadhésif ainsi que la capacité à repousser l'eau, les huiles et les graisses. En d'autres mots, les PFAS excellent là où plusieurs matériaux conventionnels échouent.

C'est précisément cette efficacité qui explique leur présence dans une multitude de produits du quotidien et d'applications industrielles. Les PFAS se retrouvent, entre autres, dans les revêtements antiadhésifs des ustensiles de cuisine, les textiles imperméables, les emballages alimentaires résistants aux graisses, les cosmétiques hydrofuges, les mousses anti-incendie ou encore les équipements de protection spécialisés.

## Pourquoi les PFAS inquiètent-ils ?

Ce qui fait leur force constitue aussi leur principal problème. Leur extrême stabilité les rend particulièrement persistants dans l'environnement, ce qui favorise leur accumulation dans les sols, les eaux et les organismes vivants. Selon l'Institut National de Santé publique du Québec, l'exposition aux PFAS à des effets notables sur le système immunitaire, la thyroïde, le métabolisme, le foie et les reins. Certaines molécules, comme l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) et le sulfonate de perfluorooctane (PFOS), ont même été bannies dans la plupart des produits dans plusieurs pays, dont le Canada.

Au Québec, la contamination liée aux PFAS provient davantage de leur utilisation que de leur fabrication industrielle. Ainsi, les mousses anti-incendie représentent l'une des principales sources de contamination documentées. Les produits de consommation contenant des PFAS, quant à eux, contribuent à la contamination de l'environnement via les eaux usées, les boues municipales, les lixiviats issus de lieux d'enfouissement technique (LET).

Les préoccupations liées à la contamination ont gagné en visibilité médiatique en 2023 à la suite des travaux réalisés par l'équipe du professeur Sébastien Sauvé de l'Université de Montréal, qui ont mis en évidence la présence de PFAS dans l'eau potable de plusieurs municipalités. Dans certains cas, les concentrations observées ont dépassé les seuils recommandés par Santé Canada[2]. Au Saguenay, l'usage historique de mousses d'incendie à la base militaire de Bagotville serait vraisemblablement la source de contamination des

1 Sébastien Dumont est chargé de projets, CTTÉI (sebastien.dumont@cttei.com)

2 Munoz, G., Liu, M., Vo Duy, S., Liu, J., et Sauvé, S. (2023). Target and nontarget screening of PFAS in drinking water for a large-scale survey of urban and rural communities in Québec, Canada. Water Research, 233, 119750.

concentrations élevées de PFAS détectées dans certains puits municipaux. Cette situation a conduit à un investissement de 11,4 M $ pour effectuer le traitement requis[3].

Toutefois, certains cadres réglementaires restrictifs évoluent rapidement. Aux États-Unis, l'*Environmental Protection Agency* (EPA) a fixé en 2024 des seuils très stricts pour certains PFAS dans l'eau potable. En Europe, le suivi réglementaire s'intensifie également, avec des limites de concentration imposées pour certains composés ainsi que pour la quantité totale. Au Québec, bien qu'aucune norme spécifique n'encadre encore les PFAS dans l'eau potable et dans les rejets environnementaux, le nouveau Code de gestion des matières résiduelles fertilisantes introduit désormais des exigences analytiques et des seuils pour certains biosolides destinés à l'épandage agricole[4]. Santé Canada propose une limite de 30 ng/L pour la somme de 25 PFAS dans l'eau potable[5]. Cependant, cette valeur n'est pas étayée par un cadre réglementaire.

Pour l'industrie, la pression réglementaire et sociétale augmente, ce qui accélère la recherche de solutions de remplacement.

## Peut-on remplacer les PFAS ?

Remplacer les PFAS n'est pas une simple opération de substitution puisque dans plusieurs applications, ils assurent simultanément plusieurs fonctions techniques. L'enjeu consiste donc moins à trouver un substitut parfait qu'à développer des compromis acceptables selon les usages.

Par exemple, dans les ustensiles de cuisine, les revêtements comme le téflon peuvent être remplacés par des alternatives telles que la céramique, l'acier inoxydable, la fonte ou certains composites minéraux. Ces matériaux réduisent considérablement la dépendance aux PFAS, mais impliquent souvent certains compromis entre entretien plus exigeant, propriétés antiadhésives moindres ou transfert thermique différent. Malgré cela, leur adoption progresse rapidement, portée par la demande des consommateurs.

Pour remplacer les PFAS dans les emballages alimentaires, l'industrie explore des solutions à base de cellulose, de cires végétales, de biopolymères ou de polymères fonctionnels créant des barrières protectrices. À cet effet, certaines formulations permettent déjà de bonnes performances pour des applications ciblées. Cependant, plusieurs défis comme la résistance limitée aux températures élevées, la durabilité ou la sensibilité à l'humidité subsistent.

Dans les vêtements imperméables et textiles techniques, les fabricants se tournent progressivement vers des traitements à base de polyuréthanes, polyacrylates, silicones ou paraffines modifiées. Plusieurs marques commerciales proposent déjà des produits sans PFAS. Cependant, des limites persistent dans la recherche simultanée de propriétés techniques telles que la respirabilité, la résistance à l'abrasion et la durabilité des performances hydrophobes. Pour les usages techniques, certaines organisations de pompiers expriment des préoccupations quant à la substitution des PFAS par d'autres composés problématiques, comme certains retardateurs de flamme halogénés. Elles demandent plus de transparence des fabricants.

Le remplacement des PFAS dans les cosmétiques passe généralement par des formulations utilisant des huiles végétales, des sels d'acides gras, des minéraux, des polymères ou différents tensioactifs sans fluor. Bien que techniquement faisable, cette transition nécessite souvent une reformulation complète des produits afin de préserver les propriétés recherchées par les consommateurs.

L'un des enjeux les plus complexes est le remplacement des mousses anti-incendie contenant des PFAS. Les mousses sans fluor (F3) gagnent du terrain et démontrent des performances prometteuses. Pour certaines opérations, comme l'extinction des incendies impliquant des hydrocarbures, l'évaluation de l'efficacité se poursuit.

## Que faire des PFAS déjà relâchés ?

Même avec une transition vers des solutions de rechange, un défi demeure, car les PFAS sont déjà présents dans notre environnement.

Pour les matrices solides contaminées, l'incinération demeure l'approche dominante pour leur destruction bien que des enjeux liés à la formation de sous-produits ou à des combustions incomplètes persistent. En milieu aqueux, le principal défi réside dans leur présence à de très faibles concentrations dans de grands volumes d'eau. À cet égard, plusieurs technologies permettent de les concentrer ou de les retirer. Les principaux mécanismes sont le charbon actif, les résines échangeuses d'ions, l'osmose inverse ou la nanofiltration.

En même temps, il existe plusieurs méthodes de décomposition, telles que l'électro-oxydation, la photolyse, la sonolyse et les traitements hydrothermaux. Parmi ces derniers, des procédés comme le traitement hydrothermal alcalin (HALT) et l'oxydation en eau supercritique (SCWO) ont montré un potentiel important pour dégrader ces molécules extrêmement stables.

Dans cette mouvance, le CTTÉI explore le potentiel de l'oxydation en voie humide (OVH), une technologie hydrothermale déjà étudiée pour le traitement de matrices aqueuses riches en matière organique, telles que les boues municipales et industrielles. En combinant chaleur, pression et conditions oxydantes, cette approche pourrait offrir une avenue prometteuse pour le traitement des PFAS issus de rejets industriels et municipaux.

## L'avenir sans PFAS ?

Considérée comme une solution idéale à plusieurs défis industriels, l'utilisation des PFAS est aujourd'hui remise en question, poussant les secteurs des polymères et des matériaux avancés à innover pour développer des matériaux plus durables et respectueux de l'environnement. Toutefois, la transition passera vraisemblablement par une combinaison d'approches. Pour l'industrie, ce défi représente aussi une occasion d'accélérer l'innovation vers des solutions plus durables.

3 Radio-Canada. (2026). PFAS à La Baie : l'eau pourrait être acheminée vers l'usine de filtration de Chicoutimi. Radio-Canada.

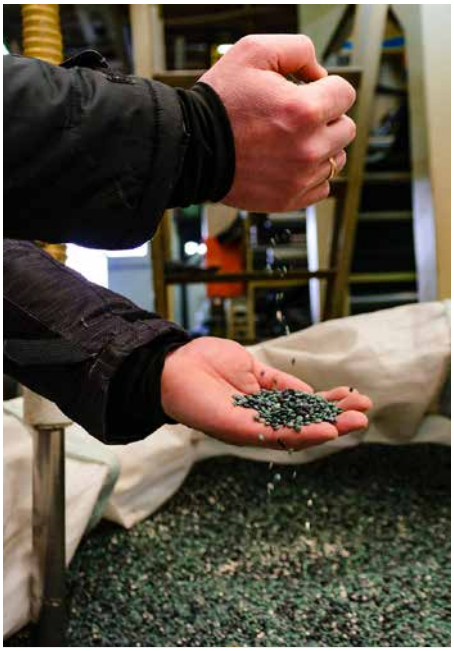
4 Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2025). Code de gestion des matières résiduelles fertilisantes et ses modifications à quatre règlements – Analyse d'impact réglementaire. Gouvernement du Québec.

5 Santé Canada. (2024). Objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada : substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées. Gouvernement du Canada.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

# LES POLYMÈRES COMPOSTABLES SONT-ILS TOUJOURS PERTINENTS AUJOURD'HUI ?

**Par Roger Tambay[1], collaboration spéciale**



Source : Adobe Stock

Depuis quelques mois, on ressent au Québec un engouement sans précédent pour le recyclage des emballages et autres résidus plastiques. Nul doute que les publicités, campagnes de sensibilisation et messages éducatifs encouragent le changement de comportements. En outre, le tout nouveau centre de tri de pointe de Montréal-Est, considéré comme l'un des plus efficaces en Amérique du Nord par Éco Entreprises Québec , renforce la réputation des systèmes de recyclage auprès de la population en général. On peut alors se poser la question : est-ce que les polymères compostables ont un rôle à jouer dans notre quotidien ?

La réponse est indubitablement affirmative. Certainement, les polymères compostables vont occuper une plus grande place dans notre société. D'abord, ce sont de nouveaux matériaux de pointe qui sont améliorés et optimisés continuellement, leur permettant de répondre à des besoins spécifiques. Puis, une fois que l'intérêt envers l'économie circulaire sera devenu manifeste et fera partie de nos valeurs sociétales, l'appétit pour la consommation intelligente et écoresponsable ne fera que croître.




Source: Adobe Stock

Voici cinq domaines au sein desquels les polymères compostables répondent à cet appel.

### Les emballages alimentaires

De façon générale, les emballages compostables sont particulièrement utiles lorsqu'ils permettent d'augmenter la récupération de déchets alimentaires. En effet, il serait néfaste de remplacer un sac à pain ou une boîte à salade à clapet, communément appelé clamshell, par un emballage compostable. En revanche, les dosettes de café et de thé, les petits sachets de sucre, de condiments, d'épices ou de miel font partie des utilisations où il existe une bonne adéquation entre le caractère compostable et l'application. Ces emballages sont très difficiles à trier et recycler du fait de leur petite taille et leur composition multimatériaux. Or, les matériaux compostables peuvent très bien répondre aux exigences techniques et économiques de l'application.

Les enductions de papier sont un second domaine d'application où les matériaux compostables doivent jouer un rôle prédominant et remplacer les polymères synthétiques tels le polyéthylène et l'acrylique. La raison étant qu'avec les matériaux compostables permettent de maintenir la compostabilité des emballages en papier. À défaut, le papier se décompose laissant derrière lui des plastiques persistants surtout lorsqu'ils sont rejetés dans la nature .

1 Roger Tambay, B.Sc., M.B.A., B.C.L., LL.B., directeur de la croissance, Natureworks LLC (roger_tambay@natureworksllc.com)

### Le domaine agricole

Plusieurs articles en polymères compostables sont désormais intégrés dans l'agriculture moderne. Le paillis compostable pour la production de fruits et légumes en est un exemple concret. Il est souvent plus économique d'utiliser un paillis compostable dans la terre que de prendre un paillis en plastique polyéthylène. Ce dernier doit être retiré manuellement des champs après la récolte alors que le premier est mélangé mécaniquement dans le sol à la fin des récoltes. Les producteurs tirent les mêmes avantages et bénéficient des économies en vertu de l'automatisation.

Quant à la production en serre, on peut retrouver sur le marché des ficelles et clips compostables. Cela permet de nettoyer la serre d'un trait au lieu d'avoir à séparer les tiges et vignes de ficelles en polypropylène et d'en retirer les clips.

La production de foin bénéficie également d'emballages compostables. Les bâches d'enrubannage servent à emballer les balles de foin, réduisant les coûts de main-d'œuvre comme elles peuvent passer directement dans les mélangeuses. Ces emballages diminuent également les risques pour la santé des ruminants en cas d'ingestion accidentelle car elles se décomposent rapidement dans l'animal.

### Les fibres non tissées

La question reste ouverte à savoir quels sont les effets des microplastiques sur la santé humaine. De façon factuelle, les fibres non tissées sont une source majeure et souvent négligée de microplastiques. Alors qu'on s'est longtemps concentré sur la libération de fibres des vêtements tissés traditionnels comme la polaire en polyester dans les machines à laver, il y a d'autres utilisations qui pourraient plus bénéficier des polymères compostables. Les recherches environnementales récentes montrent que les non-tissés synthétiques sont très sujets à la fragmentation. Les plus préoccupantes sont celles où les articles sont en contact direct avec le corps humain telles les lingettes et les couches pour bébés ainsi que les serviettes hygiéniques. Les articles qui servent à la filtration des liquides et les filtres à air font aussi partie des utilisations plus sécuritaires des polymères compostables.

### Les textiles et vêtements

Les vêtements sont souvent fabriqués de mélanges de fibres synthétiques et naturelles, soit polyester et coton, coton et élasthane ou encore des mélanges de laine et acrylique. Conséquemment, ces mélanges sont très difficiles à recycler sans avoir recours à des méthodes encore expérimentales et très coûteuses. D'ailleurs, l'industrie du fast fashion (mode rapide) est accusée de reposer sur un modèle économique jetable qui nuit à l'environnement. Le cuir animal souffre aussi de cette mauvaise réputation parce qu'il est associé à la cruauté des animaux et à l'utilisation de produits chimiques parfois toxiques pour son tannage.

Les polymères compostables, tels que ceux dérivés de résidus alimentaires, éliminent le besoin de systèmes de récupération hypothétiques et de procédés de recyclage coûteux et incertains. Que ce soit pour la production de cuir végétal, d'ingrédients antifongiques ou de vêtements de sports antibactériens, les articles tissés ou fabriqués de polymères compostables permettent une consommation plus intelligente.

### Les produits de caoutchouc

Depuis plus de dix ans, la chaussure de course croît en popularité. Il s'agirait d'une industrie de près de 60 G$ à l'échelle mondiale et elle pourrait atteindre plus de 75 G$ d'ici cinq ans selon certaines sources. Les chaussures de course sont habituellement fabriquées d'une panoplie de matériaux dont le polyester, le nylon, le polyuréthane, l'EVA, les silicones, les gels, la fibre carbone et le caoutchouc soufflé ou expansé. Autrement dit, les chaussures de course sont des articles d'utilisation courante qui sont des plus difficiles à recycler. Voilà où les polymères compostables peuvent jouer un rôle plus important dans l'avenir, malgré l'enjeu de la durabilité. Grâce aux avancées technologiques, les polymères compostables peuvent offrir des performances stables et ayant une durée de vie utile adaptée à leurs utilisations. Associées à un programme de reprise, les chaussures de course compostables prendraient tout leur sens et leur véritable envol.

Recycler ou composter n'est pas qu'un faux débat : c'est aussi une dichotomie stérile. Composter, c'est se servir de processus biologiques pour recycler la matière. On devrait privilégier les polymères compostables, qu'ils soient de première ou de deuxième génération (fabriqués à partir de résidus), dans les situations où le recyclage synthétique est complexe et onéreux, ou lorsqu'il ne convient pas lors de la conception et de l'utilisation de l'article en question. Ne serait-il pas excitant de créer de la richesse locale avec ces polymères qui ne sont pas si affectés par le détroit d'Ormuz ?

### oxodégradables c. compostables

Il est important de ne pas confondre les plastiques oxodégradables et les plastiques compostables.

Les plastiques oxodégradables contiennent des additifs qui accélèrent leur fragmentation sous l'effet de la lumière, de la chaleur ou de l'oxygène, mais ils ne se biodégradent pas nécessairement complètement et peuvent laisser persister des microplastiques dans l'environnement.

À l'inverse, les plastiques compostables sont conçus pour être biodégradés par l'action de micro-organismes dans des conditions de compostage contrôlées, conformément à des normes reconnues. Ils produisent principalement de l'eau, du dioxyde de carbone, de la biomasse et, selon les conditions, des composés organiques, sans résidus toxiques persistants.

Il s'agit donc de deux familles de matériaux aux propriétés, aux usages et aux impacts environnementaux très différents.



Source : Adobe Stock

GESTION

# LE 5S : AU-DELÀ DU MÉNAGE, UNE TRANSFORMATION CULTURELLE

**Par Mario Gaudreault[1], collaboration spéciale**

Dans plusieurs entreprises, le 5S est encore perçu comme une activité de ménage. On organise une journée spéciale, on nettoie les postes, on peint quelques lignes au plancher, on installe de beaux tableaux d'outils, on prend des photos avant/après… puis, quelques mois plus tard, le désordre revient.

Ce phénomène est bien connu dans le domaine manufacturier. Les outils changent de place, les boyaux traînent, les accessoires de production sont difficiles à retrouver, les zones de maintenance débordent, les matières ne sont pas toujours bien identifiées et les allées deviennent encombrées. Résultat : les équipes perdent du temps à chercher, déplacer, corriger ou improviser.

Le problème, ce n'est pas que les gens ne veulent pas travailler dans un environnement propre et organisé. Au contraire, presque tout le monde préfère travailler dans un milieu clair, sécuritaire et efficace. Le vrai problème, c'est que plusieurs entreprises font du 5S comme un projet ponctuel de nettoyage, au lieu de le bâtir comme une culture de travail.

1 Mario Gaudreault, ing., est coach en Amélioration continue, Maître ceinture noire Lean Six Sigma (mariogaudreault@gmail.com)

### Le 5S est beaucoup plus qu'un ménage

Le 5S n'est pas un grand ménage annuel. Ce n'est pas une façon de se préparer à la visite d'un client. Ce n'est pas non plus seulement une question d'apparence, de peinture fraîche ou de beaux « shadow boards ». Le ménage peut être un résultat visible du 5S, mais ce n'est pas son objectif principal.

Le vrai objectif du 5S est de créer un environnement de travail où les bonnes conditions deviennent faciles à maintenir et un système simple pour que cela reste vivant jour après jour.

> « Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place »

Les cinq étapes sont simples à comprendre. **Trier**, c'est enlever ce qui n'est pas nécessaire dans la zone de travail. **Ranger**, c'est placer les outils, équipements et matériaux aux meilleurs endroits, selon leur fréquence d'utilisation. **Nettoyer**, c'est aussi inspecter et repérer rapidement ce qui ne va pas : une fuite d'huile, un outil manquant, une accumulation de rebuts ou un danger potentiel. **Standardiser**, c'est définir une façon commune de maintenir les bonnes pratiques. **Maintenir**, finalement, c'est développer l'autodiscipline nécessaire pour que le système survive aux changements d'équipe, aux urgences et aux périodes de forte production.

Dans une entreprise, cette discipline est loin d'être théorique. Un outil mal rangé peut retarder un changement de production. Un moule ou un accessoire mal identifié peut créer de la confusion. Une zone encombrée peut augmenter les risques d'accident. Des pièces de maintenance difficiles à trouver peuvent prolonger un arrêt de machine. Une fuite ou une anomalie non visible peut devenir un problème plus coûteux quelques jours plus tard.

### Le vrai défi : maintenir les bonnes pratiques

Le 5S permet de réduire les pertes de temps, d'améliorer la sécurité, de rendre les problèmes visibles, de libérer de l'espace plancher et d'augmenter l'efficacité des équipes. Il contribue aussi au moral des employés. Personne n'aime chercher un outil pendant dix minutes quand une machine attend.

Pourtant, malgré tous ces bénéfices, plusieurs initiatives 5S ne durent pas. Pourquoi ? Parce qu'on met souvent beaucoup d'efforts au départ, mais trop peu d'efforts dans le maintien. On investit dans l'image, mais pas assez dans les rituels. On nettoie, mais on ne vérifie pas. On standardise une fois, mais on ne suit pas les écarts. On lance l'initiative, mais les gestionnaires cessent rapidement d'en parler.

Par défaut, le chaos gagne. Ce n'est pas une critique des employés; c'est simplement la réalité d'un environnement de production. Les priorités changent, les urgences arrivent, les machines brisent, les commandes clients pressent et les changements de production s'accumulent. Si l'entreprise ne met pas en place des mécanismes de maintien, les anciennes habitudes reviennent naturellement.

> « Laissez l'endroit plus propre que vous l'avez trouvé »

C'est ici que le 5S devient une transformation culturelle. Il faut cesser de le voir comme une activité ponctuelle et commencer à le gérer comme on gère la santé-sécurité. Aucune entreprise sérieuse ne dirait : « Nous avons fait la santé-sécurité l'an passé, donc c'est réglé. » La sécurité doit vivre tous les jours : tournées, indicateurs, discussions, formation, responsabilisation et suivi des actions. Le 5S devrait être traité avec la même logique.

### Transformer le 5S en culture de performance

Une vraie culture 5S demande des standards simples, des audits réguliers, des responsables de zones, des champions 5S, un comité actif et des discussions fréquentes sur les irritants du terrain. Elle demande aussi de la reconnaissance lorsque les équipes améliorent leur secteur, et de la rigueur lorsque les standards ne sont pas respectés.

Le rôle des dirigeants est essentiel. Le 5S ne peut pas être complètement délégué au responsable qualité, au superviseur ou à un champion Lean. Si la direction ne s'y intéresse pas, les employés vont rapidement comprendre que ce n'est pas une priorité réelle.

Un président, un directeur d'usine ou un gestionnaire n'a pas besoin de tout faire lui-même. Mais il doit poser des questions, visiter les zones, participer à certains audits, demander ce qui empêche le maintien, reconnaître les progrès et suivre les actions ouvertes. Les employés observent ce que les dirigeants inspectent, pas seulement ce qu'ils annoncent.

Pour commencer, il est souvent préférable de choisir une zone pilote visible, avec une équipe impliquée et un superviseur engagé. On peut ensuite former quelques champions 5S, faire un tri structuré, ranger ce qui doit l'être selon la fréquence d'utilisation, rendre les anomalies visibles, créer des standards simples avec photos et faire des audits courts chaque semaine.

Il vaut mieux réussir un petit 5S bien maintenu que lancer une grande initiative dans toute l'usine et la voir disparaître après trois mois.

Pour les entreprises, le 5S représente bien plus qu'un exercice de propreté. C'est une façon concrète de réduire le chaos, de soutenir les employés, de rendre les problèmes visibles et de bâtir une culture d'amélioration continue.

Une usine propre peut impressionner un client. Mais une usine organisée, visuelle et disciplinée transforme réellement la performance de l'entreprise.




Source : Adobe Stock

GESTION

# DEVIS CLIENT ET COLLABORATION TECHNOLOGIQUE

## Protégez votre savoir-faire autant que l'innovation de vos clients

**Par Gwendoline Bruneau[1], collaboration spéciale**

Vous êtes un spécialiste dans le moulage de matériaux plastiques ou composites, la fabrication de moules et d'outillages ? Vous fabriquez des pièces techniques en caoutchouc ou vous êtes un manufacturier de textiles techniques ? Une bonne partie de votre carnet de commandes est constituée de devis : un client qui vous a confié un cahier des charges vous demande de concevoir et de fabriquer le produit; il repart avec le livrable.



Source : Adobe Stock

Ce modèle d'affaires est éprouvé, mais il comporte un angle mort trop souvent négligé. Chaque projet exécuté en sous-traitance génère deux catégories de valeur bien distinctes : le produit livré au client (pièce, formule, outillage) et l'expertise que vous, manufacturier, avez développée ou raffinée pour y arriver (paramètres de procédé, ajustements de moulage, méthodes d'essai, optimisations de cycle). La première appartient normalement au client. La seconde devrait rester la vôtre. Or, sans contrat clair, un devis mal encadré peut faire perdre au manufacturier le bénéfice de son propre apprentissage, au même titre qu'une divulgation mal contrôlée peut faire perdre au client le contrôle de son innovation.



Source : Adobe Stock

1 Gwendoline Bruneau est agent de brevet chez Lavery (GBruneau@lavery.ca)

### Une exposition à double sens

Pour un manufacturier qui exécute un devis, cette exposition se joue sur deux fronts en parallèle. D'un côté, il manipule des informations et des livrables qui appartiennent au client, avec l'obligation de les protéger et de ne pas les réutiliser sans autorisation. De l'autre côté, il investit du temps, des équipements et de l'expertise pour livrer le projet. Cette expérience accumulée, bien réelle, souvent transférable à d'autres clients peut être happée par un contrat qui, par excès de prudence ou par déséquilibre du rapport de force, cède au client l'ensemble de ce qui a été « développé dans le cadre du projet », sans distinguer ce qui est propre au produit du client de ce qui relève du savoir-faire général du manufacturier.

| RISQUE | COMMENT IL SE MANIFESTE | IMPACT POTENTIEL |
|---|---|---|
| Divulgation non contrôlée | Vous partagez des plans, des prototypes, des procédés ou des formules avec un client ou un partenaire | Fuite de savoir-faire propre à votre entreprise; avantage concurrentiel érodé; copie par un concurrent |
| Contrefaçon involontaire | Vous développez et offrez sur le marché une solution qui empiète sur des droits de PI d'un tiers | Dommages-intérêts; obligation d'arrêter d'offrir votre solution |
| Cession excessive du savoir-faire de procédé | Le contrat de devis cède au client l'ensemble des connaissances développées en cours de projet, y compris des optimisations génériques de procédé non propres à son produit | Impossibilité de réutiliser cette expertise pour d'autres clients; ralentissement de la progression technologique et de la capacité concurrentielle du manufacturier |

### Développement technique pour répondre à un devis client

Avant de démarrer le projet, identifiez quels livrables pourraient donner lieu à une création de PI. Selon la nature de chacun de ces livrables et leur potentiel comme levier concurrentiel, différents outils de protection, enregistrés ou non, peuvent être envisagés.

| LIVRABLE | TYPE DE PROTECTION POSSIBLE (QUÉBEC) | EXEMPLE CONCRET |
|---|---|---|
| Nouvelle pièce ou composant | Brevet ou dessin industriel | Bras de suspension innovant |
| Formules de résine, catalyseur, additif | Secret industriel ou brevet de composition | Résine époxy à durcissement rapide |
| Protocoles d'essais (résistance, durabilité, recyclabilité) | Secret industriel ou droit d'auteur (document original) | Méthodologie d'essai de fatigue |
| Procédés de fabrication | Brevet ou secret commercial | Paramètres de moulage par injection |

### Distinguer la propriété du produit et le savoir-faire du procédé

C'est précisément à cette étape que le manufacturier doit poser la question qui protège le mieux ses intérêts à long terme : en tenant compte de ce qui sera développé au fil du projet, qu'est-ce qui est propre au produit du client, et qu'est-ce qui relève d'un savoir-faire plus large, transférable à d'autres mandats ? Cette distinction, connue en pratique contractuelle sous les termes de PI « antérieure » (*background*) et PI « nouvelle liée au produit » (*foreground*), mérite d'être nommée explicitement dans le devis plutôt que laissée à l'interprétation.

| TYPE DE CONNAISSANCE | QUI LA GÉNÈRE ET QUAND | PROPRIÉTÉ TYPIQUEMENT VISÉE | EXEMPLE |
|---|---|---|---|
| PI antérieure du manufacturier | Maîtrisée avant le projet, apportée à celui-ci | Reste la propriété du manufacturier | Procédé de moulage par injection déjà maîtrisé |
| PI nouvelle propre au produit du client | Développée pendant le projet, spécifique au produit livré | Cédée ou concédée sous licence au client, selon l'entente | Formule de résine mise au point pour le capot du client X |
| Savoir-faire générique amélioré en cours de projet | Développé pendant le projet mais applicable au-delà du produit du client | Objet de négociation – souvent réservé au manufacturier, sous réserve de la confidentialité des données propres au client | Paramètres généraux d'optimisation du cycle de moulage |

Ce n'est qu'une fois cette ligne tracée qu'un contrat, même bref, mais clair, peut à la fois protéger les droits du client sur son produit et préserver ceux du manufacturier sur son savoir-faire.

Voici des exemples de clauses à considérer :

| CLAUSE | OBJET | EXEMPLE |
|---|---|---|
| Accord de confidentialité *(NDA)* | Protéger les informations échangées | « Toutes les informations techniques échangées sont confidentielles pour une durée de X ans » |
| Licence ou cession de droits | Définir qui exploite le résultat | « Licence d'utilisation non exclusive et non transférable au client » ou « Cession limitée au produit spécifié » |
| Réserve de savoir-faire *(background IP)* | Préserver le droit du manufacturier de réutiliser ses connaissances antérieures et ses améliorations génériques de procédé | « Le fournisseur conserve tous droits sur son savoir-faire antérieur et sur les améliorations générales de procédé non propres au produit du client, sous réserve de la confidentialité des données propres à ce dernier » |

»

Prenons l'exemple d'un client qui demande un matériau pour le capot d'un véhicule. Le contrat comporte : (a) un accord de confidentialité de cinq ans couvrant la formule de résine et les résultats d'essais propres à ce capot; (b) une licence d'utilisation restreinte au modèle de capot indiqué; (c) une clause réservant au manufacturier les paramètres généraux d'optimisation du procédé de moulage qu'il a affinés durant le projet, distincts de la formule propre au client; (d) une déclaration de non-contrefaçon; et (e) une clause limitant la responsabilité du manufacturier aux frais du projet. Le client repart avec un capot protégé et exclusif à son usage; le manufacturier repart avec une expertise de procédé qu'il pourra remettre au service d'un prochain mandat.

### Collaboration technologique avec un tiers

Le devis client met en présence deux parties à un rapport asymétrique : l'une commande un produit, l'autre l'exécute selon des particularités données. La collaboration technologique obéit à une logique différente, plus symétrique : deux entreprises mettent en commun des compétences complémentaires, par exemple un fabricant de résines et un spécialiste en formulation, pour créer ensemble quelque chose qu'aucune des deux n'aurait développé seule. Le principe reste le même : avant de mettre en commun vos compétences, convenez de façon précise de la répartition des droits, des obligations et des responsabilités, dans un contrat.

Voici des exemples d'enjeux clés sur lesquels s'entendre au préalable :

| QUESTION | POURQUOI C'EST IMPORTANT | EXEMPLE D'ENTENTE |
|---|---|---|
| Quels sont les actifs de PI que chaque partie possède déjà et apporte au projet ? | Évite les ambiguïtés sur ce qui est « déjà » et ce qui sera créé conjointement | « La Partie A apporte son brevet n° XXXXX; la Partie B apporte son savoir-faire en moulage » |
| Qui détiendra les développements conjoints ? | Décidez d'une copropriété ou d'une cession | « Copropriété 50/50 » ou « Cession à la partie qui finance le plus » |
| Comment chaque partie pourra-t-elle exploiter les résultats ? | Prévoyez une licence croisée ou des licences limitées | « Licence exclusive au fabricant pour pièces structurelles; licence exclusive au spécialiste pour emballages alimentaires » |
| Qui assumera les risques de contrefaçon ? | Chaque partie garantit que ses contributions ne violent aucun droit de tiers | « Chaque partie indemnise l'autre en cas de réclamation fondée sur ses contributions » |

### Bonnes pratiques à appliquer systématiquement

Quelques habitudes adoptées dès le premier échange avec un client ou un collaborateur évitent bien des complications, tout en préservant les acquis de l'entreprise, qu'elle soit donneuse ou receveuse d'ordres.

| PRATIQUE | QUAND L'APPLIQUER | COMMENT L'INTÉGRER |
|---|---|---|
| Utiliser un accord de confidentialité dès le premier échange | Systématiquement | Modèle court : « Les informations échangées sont confidentielles pendant cinq ans » |
| Inscrire clairement la propriété de la PI | Dans chaque contrat | Mentionnez si les droits sont partagés, cédés ou concédés sous licence |
| Distinguer le savoir-faire de procédé du produit livré au client | Avant de chiffrer le devis | Séparez, dans le contrat, les biens livrables propres au client des améliorations génériques de procédé réservées au manufacturier |
| Prévoir un mécanisme de résolution des différends | Dans chaque accord | Clause de médiation ou d'arbitrage (tribunaux du Québec) |

Un devis encadré ne favorise pas exclusivement le client ou le fabricant, mais plutôt les deux parties, car il ne s'applique pas au même actif. Le client a besoin de savoir que son produit, sa formule ou son dessin lui reviennent en exclusivité une fois le projet terminé. Le manufacturier a besoin de savoir que l'expertise qu'il a bâtie en livrant ce produit, ses paramètres de procédé, ses méthodes, son savoir-faire général, reste à sa disposition pour le mandat suivant.

Ce texte est fourni à titre informatif. Il est recommandé de consulter un professionnel en propriété intellectuelle afin d'adapter chaque disposition à votre situation particulière.

DÉCOUVREZ LE PORTAIL POLYMÈRES QUÉBEC
RESTEZ CONNECTÉ
SUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE



Polymeres
Quebec
.com



# Oups... manqué !

**Cet espace publicitaire était disponible.**

Fais-toi remarquer par plus de 5 000 clients potentiels. Réserve ta place dans le prochain numéro dès maintenant !

magazine@alliancepolymeres.org




















Source : Techni Textile Québec

MATIÈRES À RÉFLEXION

# SALON TECHTEXTIL 2026 : TROIS SIGNAUX QUI RAPPELLENT L'URGENCE DE MOBILISER L'ÉCOSYSTÈME QUÉBÉCOIS D'INNOVATION

**Par Dany Charest[1], collaboration spéciale**

Tous les deux ans, le salon Techtextil et Texprocess présente les tendances qui façonnent l'avenir des matériaux textiles techniques. En avril dernier, 38 représentants d'entreprises québécoises y ont participé dans le cadre d'une mission organisée par TechniTextile Québec, en collaboration avec le Groupe CTT.

1 Dany Charest est directeur général chez TechniTextile Québec (dcharest@technitextile.com)

L'édition 2026 n'a pas été marquée par de grandes ruptures technologiques, mais plutôt par la consolidation de transformations existantes. La mission a également révélé des marchés en forte croissance, notamment ceux de la sécurité et de la défense, de la protection des travailleurs et des infrastructures critiques, où la circularité, la productivité et l'innovation deviennent rapidement des facteurs clés de différenciation.

Les tendances observées à Techtextil trouvent plusieurs points d'ancrage au Québec, comme en témoignent les initiatives réalisées par TechniTextile Québec et ses partenaires. D'abord, les résultats du Baromètre des textiles techniques 2026, d'après le Baromètre industriel québécois de STIQ, démontrent que les entreprises d'ici reconnaissent l'importance de la productivité, de l'innovation et de la diversification des marchés. Ensuite, les initiatives de circularité et de valorisation textile menées au sein des Défis innovation de 2023 à 2026 témoignent d'une forte volonté d'agir. Toutefois, l'ampleur et la vitesse des transformations observées mondialement soulèvent une question. L'industrie québécoise est-elle capable de suivre le rythme ? Trois signaux observés à Techtextil méritent une attention particulière de la part des entreprises puisqu'ils pourraient influencer leur capacité concurrentielle au cours des prochaines années.

### Signal 1 – La circularité textile devient un levier de capacité concurrentielle

À Techtextil, la circularité allait bien au-delà des produits recyclés. Elle s'imposait comme un thème transversal influençant la conception des matériaux, les procédés, les chaînes d'approvisionnement et les exigences des donneurs d'ouvrage. Recyclage textile, matériaux biosourcés, élimination des PFAS et écoconception témoignaient que la performance d'un matériau est désormais évaluée sur l'ensemble de son cycle de vie.

Cette évolution s'accompagne toutefois d'une nouvelle réalité. Pour valoriser des matières recyclées, rentabiliser le tri ou répondre aux exigences réglementaires émergentes, les entreprises devront démontrer l'origine, la composition et le parcours de leurs produits. Les passeports numériques et les systèmes de traçabilité ne constituent pas une tendance distincte de la circularité, ils en deviennent progressivement une condition essentielle.

Les Défis innovation ont aussi démontré la faisabilité de plusieurs approches de valorisation des matières et confirmé la maturité de certaines technologies de recyclage. Ils rappellent qu'une économie circulaire performante repose sur une connaissance précise des matières. Sans données fiables sur la composition et le parcours des matériaux, le tri, la récupération et le recyclage demeurent complexes et coûteux.

Le véritable défi n'est donc plus technologique. Il consiste à combiner circularité, traçabilité et partage de données afin de bâtir des chaînes de valeur viables économiquement. Dans un contexte où les exigences de marchés continuent d'évoluer, le Québec saura-t-il structurer une filière suffisamment intégrée pour transformer ces avancées en retombées économiques durables.

### Signal 2 – Productivité et innovation sont désormais indissociables

La productivité a été au cœur des discussions du volet Texprocess. D'un kiosque à l'autre, l'automatisation, la robotisation, la vision artificielle, le contrôle qualité intelligent, la simulation numérique et l'intelligence artificielle occupaient une place grandissante dans les solutions présentées. Le message était clair. L'innovation ne repose plus uniquement sur le développement de nouveaux matériaux, mais également sur la capacité à les concevoir, les fabriquer et les améliorer plus efficacement.

Les défis liés à la main-d'œuvre, la volatilité des marchés, les exigences de qualité accrues et la nécessité de demeurer concurrentiels obligent les entreprises à rechercher des gains de performance à toutes les étapes de la chaîne de valeur grâce aux technologies numériques.

Les observations réalisées à Texprocess trouvent un écho direct dans les résultats du Baromètre. L'étude démontre que les entreprises ayant implanté le plus grand nombre de mesures d'amélioration continue et de technologies numériques affichent de meilleures performances en matière de croissance, d'exportation et de productivité. Pour cette raison, l'hésitation observée dans les intentions d'investissement soulève des inquiétudes dans un contexte où les principaux concurrents internationaux poursuivent une transformation accélérée.

Toutefois, les constats observés à Techtextil suggèrent que la prochaine étape ne consistera pas seulement à adopter de nouvelles technologies, mais à les intégrer de manière cohérente au sein des activités d'exploitation, des processus décisionnels et de nouveaux modèles d'affaires.

Les constats observés à Texprocess et ceux du Baromètre convergent donc vers une même conclusion. La capacité concurrentielle de demain reposera autant sur les procédés que sur les produits. Les manufacturiers seront-ils en mesure d'accélérer suffisamment leurs investissements en automatisation, technologies numériques et en intelligence artificielle pour maintenir un avantage concurrentiel ?

### Signal 3 – Les frontières entre les matériaux s'effacent

Parmi les observations les plus marquantes de Techtextil figure la multiplication des solutions développées à l'intersection de plusieurs familles de matériaux. Les innovations présentées relevaient de moins en moins d'un seul secteur d'activité. Textiles, polymères, élastomères, électronique, capteurs, intelligence artificielle et matériaux biosourcés se combinent de plus en plus pour former des solutions intégrées répondant à des besoins complexes en matière de performance, de durabilité, de sécurité ou de connectivité.

Cette convergence accrue reflète une évolution profonde des marchés. Qu'il s'agisse de mobilité, de construction, de santé, d'infrastructure critique ou de défense, les donneurs d'ordres recherchent des solutions intégrées plutôt que des matériaux et services pris individuellement. La valeur ajoutée se déplace progressivement vers la capacité à intégrer différentes expertises au sein d'un même produit, système ou plateforme.

Cette convergence s'observe également dans l'écosystème québécois. L'engouement observé autour des activités de maillage de l'Accélérateur québécois des matériaux avancés, une initiative d'InnoCaoutchouc360, TechniTextile Québec et Alliance Polymères Québec, démontre l'intérêt croissant des entreprises pour les collaborations intersectorielles. Les échanges réunissant des acteurs de ces trois filières et de la recherche industrielle ont mis en évidence une réalité désormais bien établie.

»

Plusieurs occasions d'innovation se trouvent à l'intersection de ces filières et bien en aval de la recherche fondamentale. Qu'il s'agisse de productivité, de circularité, de transformation numérique ou d'accès aux marchés.

Les observations réalisées à Techtextil suggèrent ainsi que l'avenir des textiles techniques à titre de matériau avancé, reposera de plus en plus sur la capacité des entreprises à collaborer au-delà de leurs frontières sectorielles traditionnelles. Le Québec saura-t-il mobiliser et renforcer les mécanismes de collaboration, de maillage et de transfert de connaissances nécessaires pour transformer cette convergence en avantage concurrentiel durable ?

### Le passage à l'échelle industrielle

Les signaux observés à Techtextil démontrent que l'industrie mondiale des textiles techniques poursuit sa transformation à un rythme soutenu. Circularité, productivité et convergence des matériaux ne sont plus indépendantes les unes des autres, mais des leviers qui se renforcent mutuellement et redéfinissent les attentes des marchés.

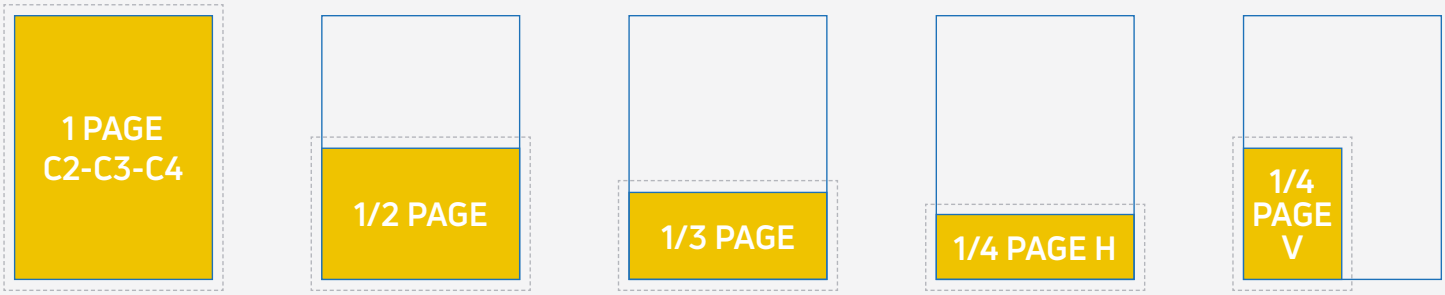
La capacité à tirer parti de ces transformations constitue toutefois un défi particulier dans l'environnement actuel. L'hésitation observée au sein du secteur des textiles techniques, combinée aux effets du protectionnisme américain, rappelle que les entreprises doivent composer simultanément avec des défis économiques, technologiques et politiques.

Paradoxalement, ces turbulences ne compromettent pas les transformations observées à Techtextil. Elles en accentuent plutôt l'urgence. Dans un contexte où les marges sont sous pression et où la concurrence internationale s'intensifie, les réflexions soulevées deviennent de puissantes stratégies d'innovation.

Les tendances sont désormais bien identifiées. Plusieurs des capacités requises sont déjà présentes au Québec. La véritable question n'est pas de savoir si l'industrie québécoise est engagée dans cette transition, mais comment les entreprises, appuyées par leur écosystème d'innovation, pourront accélérer l'adoption de ces nouvelles pratiques et leur passage à l'échelle industrielle afin d'en faire de véritables avantages concurrentiels et durables.


# Oui, oui !

**Des espaces publicitaires sont disponibles.**




⇨ **Nombre d'espaces limités !** ⇦




## Fais-toi remarquer par plus de 5 000 clients potentiels

**Réserve ta place dans le prochain numéro dès maintenant !**

magazine@alliancepolymeres.org

Polymeres Quebec .com

Portail de l'industrie québécoise des polymères

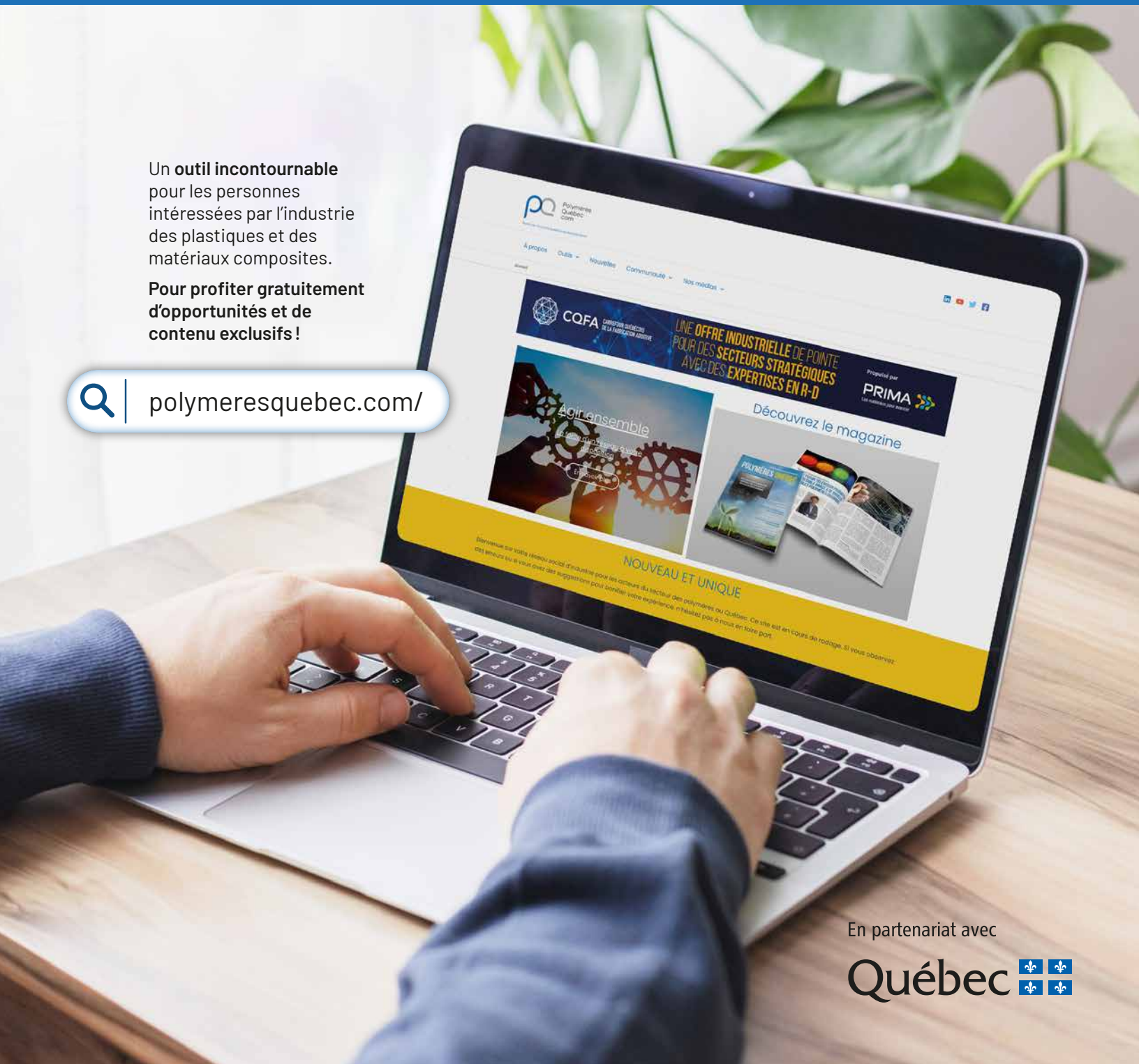
DÉCOUVREZ LE PORTAIL POLYMÈRES QUÉBEC

# RESTEZ CONNECTÉ SUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE

Un **outil incontournable** pour les personnes intéressées par l'industrie des plastiques et des matériaux composites.

**Pour profiter gratuitement d'opportunités et de contenu exclusifs !**

polymeresquebec.com/




En partenariat avec

Québec

# SORTIR DU MOULE

## RESTEZ CONNECTÉ SUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE

**FAITES PARTIE DE LA CONVERSATION**

Un **média incontournable** pour les personnes intéressées par l'industrie des plastiques et des matériaux composites.

**Abonnez-vous dès aujourd'hui !**

**NOUVEL ÉPISODE DISPONIBLE LE 1er LUNDI DE CHAQUE MOIS.**

### AU PROGRAMME :

- **Rencontres avec des experts :** Ingénieurs, scientifiques, entrepreneurs
- **Innovations :** Dernières avancées technologiques
- **Développement durable :** Solutions écoresponsables pour un avenir plus vert
- **Histoires de réussite :** Témoignages inspirants des leaders de l'industrie
- **Enjeux et défis :** Discussions sur les défis actuels et futurs
- **Tendances du marché :** Analyse des nouvelles tendances et leur impact économique
- Et **plus** !




polymeresquebec.com/**balado**

### Voici un aperçu de ce que vous pourrez y trouver :

**ÉPISODE #30**
- Fabriquer au front : *Mass Factory* et l'avenir de la production plastique décentralisée

**ÉPISODE #31**
- Décrocher des contrats en défense : les leçons d'un salon international

**ÉPISODE #32**
- Matériaux avancés : Une porte d'entrée vers l'aéronautique




Disponible sur votre plateforme favorite : Google Balados

audible Spotify Music amazon music

deezer Apple Podcasts iHeartPODCASTS

Créneaux d'excellence DU QUÉBEC

En partenariat avec Québec