

# Stratégie de développement et identification d'occasions d'affaires pour le Québec dans le secteur des matériaux avancés

Présentation sommaire de l'étude réalisée pour

**Société générale de financement du Québec  
Investissement Québec**

**Ministère du Développement économique et  
régional et de la Recherche**

**Hydro-Québec**

Septembre 2003



Stratégie d'affaires & ingénierie financière



## Préface

Ce document est une présentation sommaire d'une étude exhaustive portant sur les matériaux avancés et les occasions d'affaires pour le Québec dans ce domaine. Le présent document offre une synthèse des portraits international et québécois pour une majorité des matériaux ou familles de matériaux identifiés.

L'étude, déposée au printemps 2003, a mis l'accent sur la compréhension des enjeux actuels et sur les tendances observées, avec une préoccupation particulière pour les occasions d'affaires sur un horizon de 0 à 5 ans, compte tenu du marché actuel et du marché prévisible.

Il est important de préciser que notre qualification du potentiel d'occasions d'affaires ou de l'intérêt d'un secteur est basée sur une perspective de développement industriel important et non pas sur la possibilité pour une entreprise de développer une niche particulière. De plus, le portrait québécois ne se veut pas non plus exhaustif, mais plutôt une indication du positionnement et des forces et faiblesses du Québec dans chacun des maillons de la chaîne industrielle du secteur.

Les auteurs,

Jean-François Audet, Consultant en stratégie d'affaires  
[jfaudet@audet-strategies.ca](mailto:jfaudet@audet-strategies.ca)

François Bergeron, IC<sup>2</sup> Technologies  
[bergeronf@sympatico.ca](mailto:bergeronf@sympatico.ca)

Stéphane Tremblay, KPMG  
[tremblay@kpmg.ca](mailto:tremblay@kpmg.ca)

## Définition de matériaux avancés pour cette étude

---

Les matériaux que nous qualifions d'avancés ou de pointe sont utilisés dans la fabrication de produits nouveaux ou améliorés à fort contenu technologique et leur procurent du point de vue de la performance (physique ou fonctionnelle) un avantage marqué comparativement aux matériaux de grande diffusion.

Ces matériaux se retrouvent essentiellement dans les catégories suivantes :

- ✓ les métaux et les alliages légers ou de haute performance
- ✓ les polymères techniques
- ✓ les céramiques techniques et les bétons avancés
- ✓ les matériaux composites
- ✓ les matériaux biologiques
- ✓ les matériaux adaptatifs (aussi appelés intelligents)

## Définition de matériaux avancés pour cette étude (suite)

---

Sont exclus de cette étude, entre autres :

- × les nanomatériaux
- × les matériaux qualifiés d'exotiques et dédiés aux applications militaires ou aérospatiales
- × les matériaux polymères se rapprochant davantage du domaine de la biochimie et de la pharmacologie (enrobage et livraison des médicaments, etc.)
- × les matériaux se rapprochant davantage de la chimie et de l'électrochimie, notamment en ce qui concerne les accumulateurs pour le stockage de l'énergie (électrolytes, électrodes, etc.)
- × le secteur des textiles





## Portrait international

## Aperçu du potentiel d'occasions d'affaires, dans une perspective nord-américaine

### Métaux avancés

Aciers avancés à haute résistance	★★★
Alliages de magnésium	★★★
Titane et alliages de titane	★
Superalliages	∅
Mousse d'aluminium	✓✓✓
Métaux amorphes	✓✓✓
Composites métalliques	★
Poudres métalliques	★★

### Polymères avancés

Thermoplastiques techniques	★★
Thermodurcissables techniques	★★
Composites plastiques	★★★
Composites haute performance	★★★
Polymères haute température	★★★
Polymères conducteurs	✓✓✓
Polymères photoniques	✓✓✓
Polymères biocompatibles	★
Biopolymères et polymères naturels	✓✓✓
Dendrimères	★
Métalloènes	★

### Céramiques avancées

Monolithiques	★★
Revêtements	★★★
Composites céramiques	★
Biocéramiques	★
Bétons avancés	★★

### Autres matériaux fonctionnels

Fibre optique	✓✓✓
Matériaux magnétiques	★★★
Piézoélectriques	★
Supraconducteurs	✓✓✓
Fluides rhéologiques	★
Matériaux à mémoire de forme	★

#### Légende

Secteur stratégique	★★★
Marché important / opportunités	★★
Spécialisé ou moyen/long terme	★
À surveiller, en émergence	✓✓✓
Mature et peu de potentiel	∅



# Portrait international

## Aperçu des marchés actuels en Amérique du Nord des matériaux avancés et perspective de croissance 0-5 ans

Croissance annuelle 0-5 ans	Taille approximative du marché nord-américain (matériaux seulement) en millions \$US					
	< 50	50 - 150	150 - 500	500 - 1 500	1 500 - 3 000	+ 3 000
0-3%			Titane	Superalliages	Fibres optiques <sup>1</sup>	Composites plastiques <sup>1</sup>
3-5%	Fluides rhéologiques	Composites céramiques Biocéramiques				Bétons avancés Thermoplastiques <sup>1</sup>
5-7%		Métaux amorphes <sup>1</sup>		Polymères biocompatibles		
7-10%	Polymères conducteurs <sup>2</sup>		Magnésium	Revêtements céramiques Matériaux magnétiques	Aciers avancés Polymères haute température Piézoélectriques	Céramiques monolithiques
10-15%	Composites métalliques Polymères photoniques <sup>2</sup>	Biopolymères Matériaux à mémoire de forme		Composites plastiques haute performance Supraconducteurs		
+15%	Mousses d'aluminium					

1 : Segments ou niches pour lesquels les croissances seront largement supérieures au marché total.  
 2 : Uniquement la composante émergente à forte valeur ajoutée (polymères intrinsèquement conducteurs).



# Portrait du Québec

## Aperçu du positionnement du Québec

<b>Métaux avancés</b>		<b>Céramiques avancées</b>	
Aciers avancés à haute résistance	★	Céramiques monolithiques	★
Alliages de magnésium	★★★	Revêtements céramiques	★★★
Titane et alliages de titane	★	Composites céramiques	★
Superaliages	★	Biocéramiques	★
Mousse d'aluminium	✓✓✓	Bétons avancés	★★★
Métaux amorphes	∅	Matériaux réfractaires	★★
Composites métalliques	★		
Poudres métalliques	★★		
<b>Polymères avancés</b>		<b>Autres matériaux fonctionnels</b>	
Thermoplastiques techniques	★★	Fibre optique	✓✓✓
Thermodurcissables techniques	★	Matériaux magnétiques	★★★
Composites plastiques (GD et HP)	★★★	Piézoélectriques	∅
Polymères haute température	★	Supraconducteurs	★
Polymères conducteurs (note 1)	✓✓✓	Fluides rhéologiques	∅
Polymères photoniques	✓✓✓	Matériaux à mémoire de forme	∅
Polymères biocompatibles	★		
Biopolymères et polymères naturels	★		
Dendrimères et métallocènes	★		
Mousses de polymères	✓✓✓		

<b>Légende</b>	
Plusieurs forces importantes	★★★
Moyen, certaines forces	★★
Plutôt peu développé	★
À surveiller, en émergence	✓✓✓
Activité marginale ou inexistante	∅

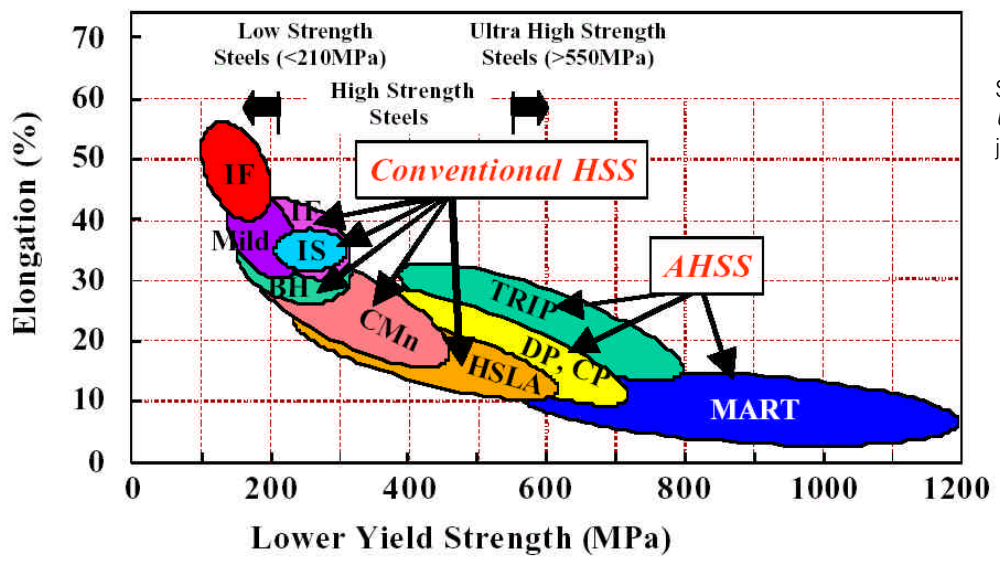
Note 1 : Le volet émergent au Québec pour les polymères conducteurs est celui lié aux piles à combustible et non pas au secteur de l'électronique tel que décrit dans le portrait international de la présente étude.



# Métaux et alliages

## Aciers avancés à haute résistance

- Distinguer aciers classiques des aciers avancés (formabilité et propriétés mécaniques améliorés)



Source : Graphique tiré de ULSAB-AVC Overview Report, janvier 2002

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
<p>Aciers avancés à haute résistance</p> <p>★ ★ ★</p>	<p>Améliorer la performance des aciers en maintenant leur faible coût (faire face à la concurrence des matériaux substitués).</p>	<p>Automobile</p>	<p>Développement et maîtrise des technologies de mise en forme.</p>	<p>Réingénierie des produits. Industrialisation de nouveaux procédés. Réingénierie de la production.</p>
<p>Très grand marché ciblé et potentiel de forte croissance, nombreuses opportunités pour des transformateurs spécialisés, nouveaux procédés de mise en forme.</p>				

**Aciers avancés à haute résistance** ★

**Critique du secteur**

- Activités de R-D limitées au secteur universitaire
- Le développement des aciers est orienté vers les secteurs industriels plutôt que celui de l'automobile
- Seulement des High Strength Low Alloys (HSLA) sont produits au Québec, aucun AHSS
- À part le secteur aéronautique, la majorité des transformateurs du Québec utilise des aciers standards
- Donneurs d'ordres presque inexistantes au Québec pour les aciers AHSS

**Producteurs de matière première** ★

- Ispat Sidbec (seulement HSLA)
- Stelco-McMaster (acier standards)
- QIT Fer et Titane (aciers standards de haute qualité)
- Forge Sorel (acier H11, H13 et acier avancé haute performance)

**Fabrication et mise en forme** ★

- Aéronautique**
- Messier Dowty
  - Héroux Dewtek
- Automobiles**
- Dana (Magog)
  - Forge Sorel
  - Ingersoll-Rand (Torrington)
  - MTC (Chambly)
  - Ressorts Liberté (Montmagny)
- Métal en feuille (aciers standards)**
- Fourgons Transit, Olympique Mobile, Parco-Hesse, Remtec, Camions Carl Thibault, Demers, Centre Nova des technologies, Robert Mitchell, Dupont Industries et Prévost Car

**Donneurs d'ordres** ★

- Pratt & Whitney
- Rolls-Royce
- Bombardier Aéronautique
- Bombardier Transport
- GE
- Alstom

**Recherche et développement** ★

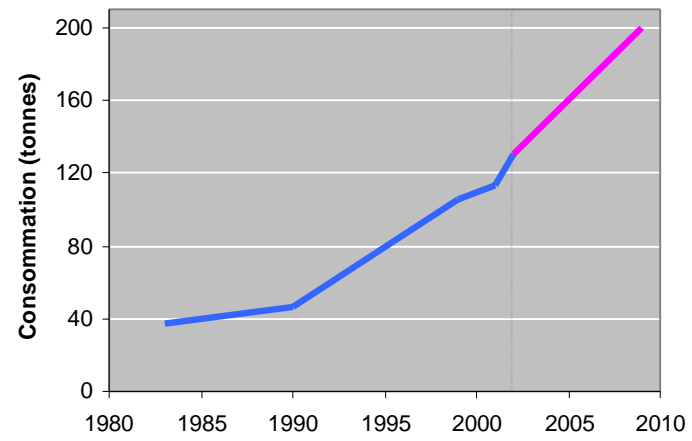
- Metal Processing Centre (McGill)
  - Chaire TAMLA des métaux légers pour les applications automobiles (UQAC)
  - IMI (projet BESSEMER - coulée en continu d'acier HSLA)
- Travaux réalisés dans le cadre du projet AUTO21:  
Étude des aciers TRIP et TWIP pour l'amélioration des propriétés lors de la mise en forme

# Portrait international

## Alliages de magnésium

- Plus légers des métaux structuraux
- À surveiller : moulage sous pression des alliages résistants au fluage
- Développement du thixomoulage dans l'automobile
- Développement des tôles de magnésium

Historique et perspective de croissance de la consommation mondiale d'alliages de magnésium



Sources : Historique adapté de MBR et CRU. Projection basée sur une estimation de la croissance annuelle située entre 6% et 7%.

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Alliages de magnésium ★ ★ ★	Déloger les aciers et autres matériaux, à prix concurrentiel en considérant la réduction de poids.	Automobile	Développement et maîtrise des technologies de mise en forme; ingénierie de produits.	Matériau substitut plus coûteux et moins bien maîtrisé par les concepteurs. Réduction des coûts dans l'industrie automobile. Industrialisation difficile de plusieurs procédés.
	Très grand marché ciblé et potentiel de croissance élevée, opportunités pour des transformateurs spécialisés, nouveaux procédés de mise en forme, ingénierie de nouveaux produits.			

# Alliages de magnésium ☆☆☆

# Portrait du Québec

**Critique du secteur**

- Le Québec a joué un rôle de meneur dans la R-D du magnésium à la fin des années 80 et au début des années 90; depuis, le Québec perd du terrain au profit d'autres pays comme l'Australie et Israël qui ont profité du modèle québécois pour devenir les leaders actuels
- Les sommes investies en R-D sont trop minimes pour espérer concurrencer les grands acteurs mondiaux, particulièrement pour la transformation
- Les fermetures de Magnola et du Centre de technologies Noranda engendrent l'exode des chercheurs québécois, réduisant ainsi notre savoir-faire dans cette industrie

## Producteurs de matière première ☆☆☆

- Norsk-Hydro
- Magnola (avenir incertain)

## Fabrication et mise en forme ☆☆

- Moulage gravité**
- Intermag-Modelex - SDM
  - Robert Mitchell Industries (aéronautique)
- Moulage sous pression**
- Trimag - SDM (automobile)
  - Performag (non automobile)

## Donneurs d'ordres ★

- Actuels**
- Bombardier Produits Récréatifs
  - Pratt & Whitney
  - Lumec
  - CANAC
  - Nortel
  - Cadex
- Potentiels**
- ABB-Bomen
  - Canadair
  - EMS
  - Multina, secteur ferroviaire et produits récréatifs
  - Prévost Car (Volvo)
  - Rolls-Royce
  - Techspace Aéro Canada (Snecma)
  - Vélos Devinci

## Recherche et développement ★

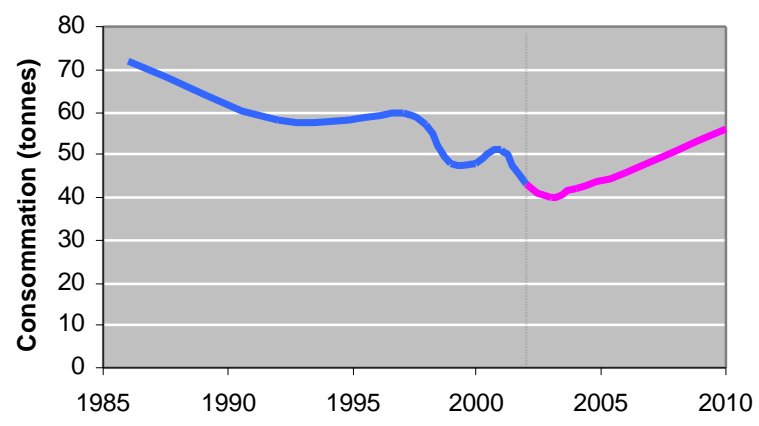
- Intermag-Modelex
  - Chaire de recherche sur les technologies de transformation du magnésium - Université Laval
  - IMI et le Centre des technologies de l'aluminium
  - Centre de technologies Noranda
  - Metal Processing Centre - Université McGill
  - Chaire TAMLA - UQAC
  - École Polytechnique
  - École de technologie supérieure de Montréal
- Principaux axes**
- Optimisation des procédés de moulage
  - Forgeage liquide (squeeze casting)
  - Thixomoulage
  - Développement de tôles
  - Alliages résistants au fluage

# Portrait international

## Alliages de titane

- Meilleur ratio résistance/poids des métaux structuraux, résistance à la corrosion exceptionnelle, biocompatibilité
- Demande très cyclique sans grande tendance à la croissance, ayant variée entre 42 000 et 60 000 tonnes entre 1997 et 2001
- Importante surcapacité de production

Historique et perspective de croissance de la consommation de titane et de ses alliages



Sources : Historique basée sur CEA et Timet, projection USGS.

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Titane et alliages ★	Pénétrer de nouveaux marchés, souvent en substitution d'autres matériaux, en offrant des propriétés supérieures et/ou en étant plus léger.	Aéronautique Industriel	Réduire les coûts de production primaire et de poudres métalliques; développer des alliages à plus faibles coûts.	Sauf en aéronautique, le titane est un matériau substitué à coût élevé. Besoin de développer les procédés de mise en forme à large volume.
Actuellement cantonné à des marchés de niches en aéronautique, développement limité sur un horizon de cinq ans.				

## Alliages de titane ★

**Critique du secteur**

- Le Québec est plutôt peu actif dans cette industrie
- PyroGenesis produit des poudres mais elles sont vendues et transformées aux États-Unis
- Alphacasting travaille à la mise au point du moulage en cire perdue des alliages de titane. Les premières pièces, de moins d'une livre, seront produites au début juin 2003.
- Plusieurs grands donneurs d'ordres pour les alliages de titane achetés à des distributeurs américains

### Producteurs de matière première ★

- PyroGenesis (poudres métalliques de titane)
- QIT Fer et Titane (scorie de titane)

### Fabrication et mise en forme ★

**Moulage cire perdue**

- Alphacasting (Mtl)

### Donneurs d'ordres ★★

- Pratt & Whitney Canada
- Messier-Dowty
- Héroux-Lewtek
- Rolls-Royce

### Recherche et développement ★

- Partenariat Université McGill et Pratt & Whitney
- Centre des technologies de fabrication de pointe en aérospatiale (CNRC) }
- Centre de caractérisation microscopique des matériaux (Poly)
- CRFI (implants dentaires, région de Québec)

R-D appliquée afin de résoudre des problèmes spécifiques de partenaires industriels pour des produits spécifiques

## Portrait international

### Superalliages

- Propriétés mécaniques exceptionnelles à hautes températures (>500°C)
- 80 % du marché : turboréacteurs en aéronautique (civil et militaire)
- Forte concurrence des matériaux composites haute performance
- Difficultés financières de plusieurs producteurs; marché très mature en consolidation
- Piste prometteuse : mousses métalliques en superalliages

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Superalliages ∅	Doit se renouveler pour faire face à une concurrence croissante des matériaux composites.	Aéronautique Énergie Industriel	Développement de nouveaux alliages à plus faible coût; structures composites et mousses métalliques.	Matériaux lourds et très coûteux. Forte concurrence de matériaux substitués aux propriétés améliorées, dont les matériaux composites pouvant supporter des températures beaucoup plus élevées, tout en étant plus légers.
Marché très mature, probablement en début de phase de déclin. Les joueurs déjà en place luttent pour maintenir leur production. Pourrait être relancé si des développements majeurs, mais potentiel extrêmement limité sur un horizon de 5 ans.				



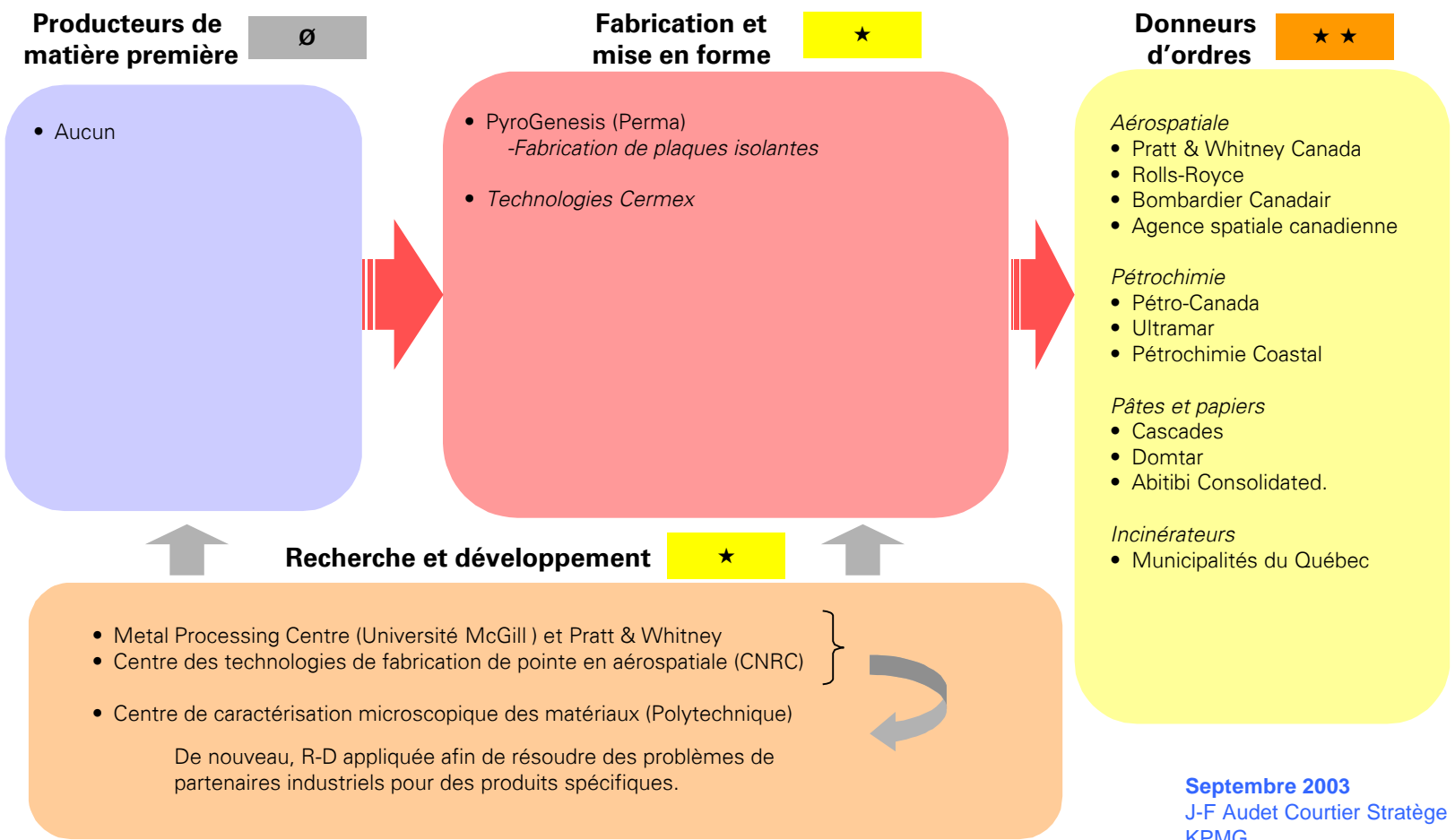
# Superalliages



# Portrait du Québec

**Critique du secteur**

- Des activités de recherche appliquées afin de résoudre des problèmes d'utilisation de grands donneurs d'ordres
- Aucun producteur de superalliages et un nouveau transformateur qui développe un produit spécifique
- Une activité plus importante des grands donneurs d'ordres qui s'approvisionnent aux États-Unis et ailleurs dans le monde
- Possibilité de croissance limitée de petits marché de niche pour PyroGenesis et ses plaques isolantes pour les incinérateurs de la marine marchande, touristique et militaire



## Portrait international

### Mousses d'aluminium

- Légèreté accrue, excellente absorption des impacts, isolation thermique et acoustique
- Trois formes possibles : pièces 3D moulées, panneaux (alvéoles ou sandwich) et structures tubulaires remplies de mousses
- Cymat (Ontario) est l'un des principaux leaders actuels (technologies de Alcan et Norsk Hydro)
- Projets en développement avec l'industrie automobile (horizon de 10 ans)
- Selon certains analystes, le marché pourrait atteindre 2 milliards \$ CAN d'ici 10 ans

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Mousses d'aluminium ✓✓✓	Développer de nouveaux marchés pour l'aluminium; offrir une solution novatrice ultralégère avec d'excellentes propriétés mécaniques.	Transport Industriel	Développement des procédés de fabrication et de mise en forme.	Technologie récente, peu connue des concepteurs et production peu maîtrisée à l'échelle industrielle. Longs délais d'expérimentation et de validation de l'industrie automobile.
Technologie en émergence suscitant beaucoup d'intérêt de la part de l'industrie automobile; e marché pourrait rapidement devenir très important.				

Mousses d'aluminium ✓✓✓

**Critique du secteur**

- Matériau en émergence
- AGS Taron a réalisé des études stratégiques afin d'identifier les marchés cibles
- AGS Taron souhaite construire sur le site de l'IMI à Boucherville une usine pilote d'une capacité de 1500 tonnes par an
- Occasions d'affaires intéressantes dans le secteur des infrastructures urbaines et industrielles et le secteur de l'automobile

**Producteurs de matière première** ★

- Producteur de mousse*
- AGS-Taron (Mtl)
- Producteurs d'aluminium*
- Alcan
  - Alcoa

**Fabrication et mise en forme** ✓✓✓

- Potentiels**
- AGS-Taron (Mtl)
    - Barrières d'insonorisation
    - Pièces automobiles
  - Entreprises transformant l'aluminium

**Donneurs d'ordres** ✓✓✓

- Potentiels**  
*(court et moyen termes)*
- Municipalités
  - Ministère des transports
  - Mines
  - Pâtes et papiers
  - Bombardier Aéronautique
  - Bombardier Transport
- (moyen et long termes)*
- Constructeurs automobiles

**Recherche et développement** ★★

- Institut des matériaux industriels (IMI)
- CANMET –Ottawa
- Alcan (*brevet vendu à Cymat, Ontario*)
- Centre des technologies de l'aluminium
- Groupe de recherche en ingénierie des procédés et des systèmes (UQAC)
- Centre interuniversitaire sur l'aluminium (UQAC)

} Mise au point de la technologie de production des mousses et identification d'applications industrielles

## Métaux amorphes

- Faible résistance thermique et électromagnétique, résistant à la corrosion
- Marchés traditionnels : dispositifs antivol et secteur de l'énergie
- Nouveau marché : nouveaux alliages pour applications structurelles (ratio résistance/poids supérieur au titane)
  - ✓ Boîtiers électroniques (concurrence avec le magnésium)
  - ✓ Articles de sports (concurrence avec le titane)
  - ✓ Équipements chirurgicaux et orthopédiques (concurrence avec les aciers inoxydables)
- Position dominante de Liquidmetal Technologies (premiers brevets)
- Au stade expérimental, développement industriel sur un horizon de 5 à 10 ans

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Métaux amorphes ✓ ✓ ✓	Propriétés magnétiques des métaux amorphes. Développer de nouvelles applications structurelles pour remplacer les métaux légers et les plastiques.	Énergie Pièces de structure (boîtiers électroniques)	Développement des alliages et les applications de structure. Développement des procédés de fabrication et de mise en forme.	Pour les alliages massifs, matériaux substitués avec aucun historique en matière de production industrielle. Ralentissement du secteur de l'électronique et des télécommunications.
Les alliages massifs sont émergents et ne font que commencer leur entrée sur le marché. Ils pourraient concurrencer le magnésium et les plastiques dans plusieurs applications à grand volume.				



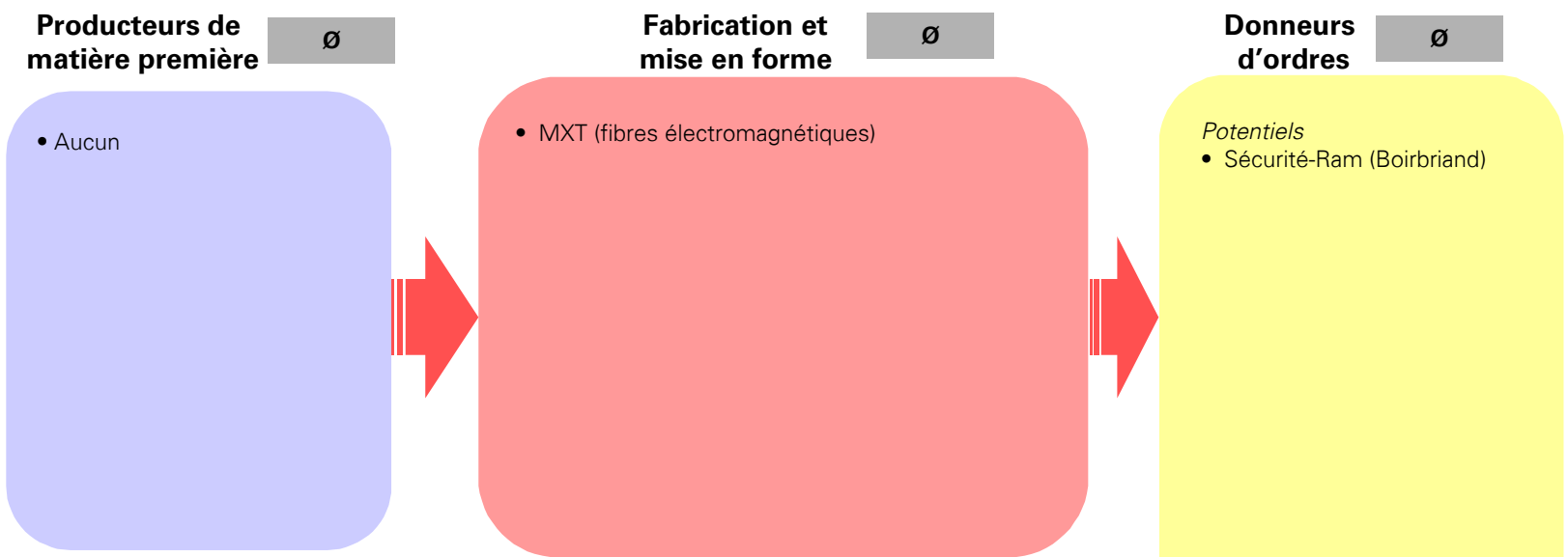
# Métaux amorphes



# Portrait du Québec

**Critique du secteur**

- Matériau en émergence pour des marchés de niche
- Très bonne valeur ajoutée (5 à 10 fois le coût de production) des marqueurs électromagnétiques fabriqués par MXT au moyen d'une technologie brevetée par l'Université McGill
- MXT exporte la majeure partie de ses produits en Europe
- Hera Hydrogène, continue des recherches sur les matériaux nanocristallins pour une utilisation avec les piles à combustibles



**Recherche et développement** ★

- Université Mc Gill
- Groupe de recherche en physique et technologies des couches minces (Polytechnique)
- Hydro-Québec (IREQ)
- Hera Hydrogène
- Laboratoire d'automatisation et d'optimisation des procédés (ETS)

} Développement et mise au point de la technologie de production des fibres électromagnétiques qui a mené à la création de MXT  
 } Les travaux de l'IREQ ont été redirigés vers les matériaux nanocristallins pour éviter d'avoir recours à des brevets de sociétés américaines. Toutes ces recherches sont maintenant sous la supervision de Hera Hydrogène (HQ CapiTech et Shell Hydrogène).

## Portrait international

### Composites à matrice métallique

- Développés surtout pour surmonter la faible résistance en chaleur des composites à matrice de polymère
- Marché très restreint limité par des coûts très élevés
- L'aluminium est la matrice la plus utilisée; on retrouve aussi du titane, du magnésium, du beryllium, les superalliages et les alliages réfractaires
- Très difficiles à usiner et difficiles à recycler



Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Composites à matrices métalliques ★	Développer des matériaux de très haute performance, en concurrence avec les composites plastiques et céramiques.	Transport Électronique Aéronautique Industriel	Développement des procédés de fabrication et de mise en forme.	Matériaux substitués aux coûts très élevés. Besoin d'une meilleure maîtrise des procédés de fabrication, de mise en forme, d'usinage et d'assemblage.
Les marchés se limitent à des niches très spécialisées, les volumes sont faibles et les défis technologiques ne laissent pas entrevoir de grandes opportunités sur un horizon de cinq ans.				

## Composites à matrice métallique ★

## Portrait du Québec

### Critique du secteur

- Activités très intenses de R-D dans les années 80 et 90 par Alcan
- Succès commercial limité avec quelques applications dans le secteur automobile
- Manque d'expertise en transformation qui a poussé Alcan à se retirer de ce secteur
- Alcan en attente de partenaires industriels sérieux ou d'identifier de nouveaux marchés à fort potentiel
- Bon exemple de la difficulté à faire accepter sur le marché un nouveau matériau substitut

### Producteurs de matière première ★

- Alcan ECP Canada (Usine Dubuc -Saguenay)

### Fabrication et mise en forme ∅

- Potentiels*
- Spectube (Saguenay)
  - Alphacasting (Mtl)

### Donneurs d'ordres ∅

- Alumiloc qui vient de rouvrir ses portes pour la fabrication d'appareils de sauvetage en aluminium et Duralcan.

### Recherche et développement ★

- Alcan (Duralcan)
- Groupe de recherche sur les matériaux de pointe (Laval)
- Centre de caractérisation des matériaux (Poly)
- Metal Processing Centre (McGill)
- Groupe en ingénierie des systèmes (UQAC)
- Centre de technologie de fabrication de pointe en aérospatiale

} Activités très importantes au cours des années 80-90. Arrêt de la R-D depuis 2002 en attente de partenaires industriels sérieux ou de nouveaux marchés.

Septembre 2003

J-F Audet Courtier Stratège

KPMG

IC<sup>2</sup> Technologies



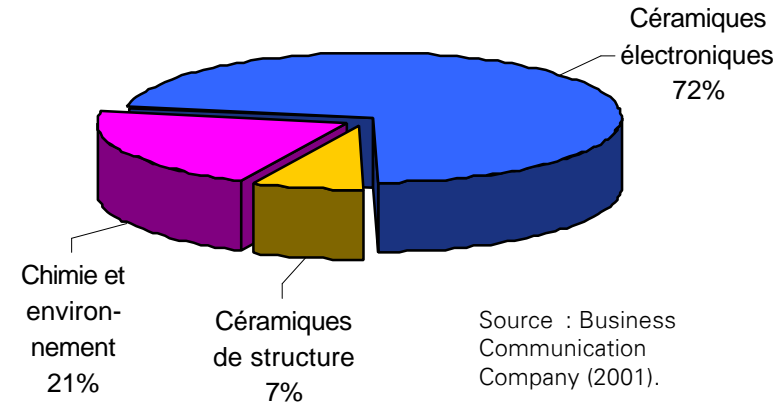
# Céramiques avancées

# Portrait international

## Céramiques monolithiques

- Deux types : fonctionnelles et structurelles; grande variété de matériaux
- Caractéristiques : résistance mécanique à haute température, résistance à l'usure, à l'abrasion, à la corrosion et légèreté
- Outre électronique, surtout applications industrielles pour résistance à l'usure
- À surveiller : pièces de précision et couches minces

Livraisons de céramiques monolithiques avancées par marché d'utilisation



Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
<p>Céramiques monolithiques</p> <p>★★</p>	<p>Matériaux de base en électronique; développement de nouvelles applications de structure grâce à des céramiques améliorées.</p>	<p>Électronique Industriel Transport Chimie et environnement</p>	<p>Développement des matériaux, des procédés de fabrication et de mise en forme.</p>	<p>Coût élevé d'usinage et difficulté d'assemblage, maîtrise des nouveaux procédés. Manque de confiance des concepteurs de produits en la fiabilité du matériau pour des utilisations structurelles. Difficulté de former des pièces complexes.</p>
<p>Marché très concentré dans l'électronique (concentré en Asie), pour les applications de structures, les marchés sont assez importants, mais plusieurs contraintes limitent encore leur utilisation à plus grande échelle. Pourrait connaître davantage de croissance sur un horizon de 5 à 10 ans.</p>				

# Céramiques monolithiques



# Portrait du Québec

## Critique du secteur

- Un matériau pour lequel il y a relativement peu d'activités au Québec
- Un nombre limité de joueurs en R-D
- Cas typique où la matière première est produite au Canada, puis vendue aux États-Unis, plus exactement à Kyocera
- Deux PME commençant à peine à transformer les céramiques monolithiques
- De grands donneurs d'ordres qui s'approvisionnent à l'extérieur du Québec

### Producteurs de matière première



- Alcan (*Alumine*)

### Fabrication et mise en forme



- PyroGenesis  
*-casque*
- MSA Gallet  
*-casques et plaques de protection pare-balle*

### Donneurs d'ordres



- EMS technologie (Saint-Anne de Bellevue)
- ABB-Bomen
- Honeywell aérospatiale
- CAE électronique
- CMC Électroniques
- Ultramar

### Recherche et développement



- Université Mc Gill -*Dr. Rodin Drew*
  - Recherche et Développement de la Défense Canada (Valcartier) -*Gilles Bérubé et Michel Szymczak*
- Principaux axes
- *Blindage*
  - *Caractérisation des céramiques*
- Laboratoire des matériaux inorganiques (Concordia)
  - Chaire des matériaux réfractaires (Polytechnique)
  - Alcan Chemicals (années 80 et début 90)

# Portrait international

## Revêtements céramiques

- Permet d'apporter à la pièce des propriétés de résistance à la corrosion, à l'usure ou aux hautes températures tout en conservant les propriétés structurelles du métal
- La protection thermique des pièces de moteurs et de turbines représente la plus grande part du marché; les pièces d'usure (aéronautique, automobile et industriel) et les outils de coupe constituent les autres segments d'importance
- Plusieurs développements technologiques prometteurs

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Revêtements céramiques ★ ★ ★	Développer des applications de structure en combinant les avantages des céramiques, sans leur fragilité.	Transport Industriel	Éliminer les problèmes de rupture, améliorer les propriétés des revêtements.	Compréhension et maîtrise du phénomène de rupture et d'écaillage de la couche de céramique, particulièrement pour l'industrie aéronautique. Coûts élevés.
	Suscite beaucoup d'intérêt du secteur des transports et particulièrement en aéronautique (marchés importants) et connaît une croissance importante. Plusieurs opportunités d'affaires pour des entreprises technologiques innovantes.			



## Revêtements céramiques



## Portrait du Québec

### Critique du secteur

- Un secteur fort du Québec avec des joueurs importants pour toute la chaîne
- Les grands donneurs d'ordres dans les secteurs métallurgique et aéronautique ont stimulé le développement de nouvelles technologies
- Plusieurs des technologies développées par les organismes de R-D ont ensuite été transférées au secteur privé par les chercheurs
- L'arrivée des nanomatériaux et de nouvelles technologies laisse entrevoir une bonne croissance de cette industrie au Québec et à l'international

### Producteurs de matière première



- Montréal Carbide
- Plasmatec
- Transmaterria

### Fabrication et mise en forme



- À l'interne*
- Pratt & Whitney
  - Rolls Royce
- Service à l'externe*
- Métal-7 (Sept-îles)
  - Métallitech (Acton Vale)
  - PyroGenesis
  - Synthesarc
  - Cermex
  - Vac-Aero
  - Remac

### Donneurs d'ordres



*Usines de pâtes et papiers*

*Fabricants de moteurs d'avion*

- Pratt & Whitney
- Rolls Royce

*Utilisateurs de turbines*

- GE division énergie
- Alstom
- Hydro-Québec

*Secteur métallurgique*

*Fabricants d'équipements sportifs*

### Recherche et développement



- Institut des matériaux industriels (IMI) –SURFTEC
- Montreal Carbide
- PyroGenesis (et ses filiales Perma et Protec)
- Chaire en plasmas basses pression (Polytechnique)
- Groupe de recherche en physique et technologies des couches minces (Polytechnique)
- Centre de recherche en technologies de plasmas (Sherbrooke et McGill)
- Transmaterria

#### Principaux axes

- Revêtements par déposition thermique
- Revêtements chimiques
- Procédés par plasma
- Tribologie

Septembre 2003

J-F Audet Courtier Stratège

KPMG

IC<sup>2</sup> Technologies

## Portrait international

### Composites à matrice céramique

- Coût extrêmement élevé (de l'ordre des centaines de \$ US/lb)
- Globalement, ce marché semble avoir de la difficulté à survivre; les investissements en R-D sont importants, l'industrie est largement financée par les programmes fédéraux américains de R-D (DOE et DOD), le marché demeure très volatile et les ventes commerciales demeurent limitées
- Encore au stade du développement; les applications demeurent limitées
- Les possibilités de développement industriel ne se concrétiseront vraisemblablement pas avant 10 ans

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Composites à matrice céramique ★	Développer des matériaux de haute performance offrant les avantages des céramiques, sans leur fragilité.	Industriel Transport Militaire	Réduire les coûts; améliorer les procédés de fabrication et d'usinage.	Coût très élevé; la fiabilité ou le manque d'historique fiable. Coût élevé d'usinage et difficulté d'assemblage et maîtrise des procédés pour de grands volumes. Difficulté de fabriquer des pièces complexes.
	Les marchés se limitent à des niches très spécialisées, les volumes sont faibles et les défis technologiques ne laissent pas entrevoir de grandes opportunités sur un horizon de cinq ans.			



# Composites à matrice céramique



# Portrait du Québec

**Critique du secteur**

- Nombre limité de joueurs
- Activités de recherche intéressantes combinant nanopoudres et la technologie au plasma développé par Tekna
- Quelques nouvelles applications pour des secteurs de niche
- Croissance davantage à moyen et long termes

**Producteurs de matière première** ∅

- Aucun

**Fabrication/ mise en forme** ★

- PyroGenesis avec sa nouvelle technologie au plasma
- Cermex (alliages Cermet)

**Donneurs d'ordres** ★★

- Pratt & Whitney
- Rolls-Royce
- GE section énergie
- Alstom
- Incinérateurs municipaux

**Recherche et développement** ★

- Noranda (années 90)
- PyroGenesis
- Centre de caractérisation microscopique des matériaux (Polytechnique)
- Concordia Centre for Composites (Concordia)

**Principaux axes**

- Blindage des véhicules et armures
- Revêtement d'incinérateurs
- Utilisation des nanopoudres et de la technologie au plasma

## Portrait international

### Biocéramiques

- Céramiques utilisées dans un contexte d'interaction avec des systèmes biologiques
- Trois types : inertes, résorbables et réactives
- Marché de niches, essentiellement constitué de PME technologiques ayant développé une expertise dans des niches biens particulières, avec la présence de quelques filiales de grandes compagnies biopharmaceutiques (souvent des PME qui ont été acquises)

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Biocéramiques ★	Offrir un matériau biocompatible, pouvant se rapprocher de la composition naturelle des os.	Médical	Contrecarrer la fragilité naturelle des céramiques.	Manque de données historiques sur leur fiabilité à long terme en milieu humain. Responsabilité civile des fabricants. Réglementation sévère et complexe de la FDA américaine. Longs délais pour la commercialisation d'un nouveau produit.
Marchés de niches à croissance modérée, très spécialisés et difficile à percer.				



## Biocéramiques ★

## Portrait du Québec

### Critique du secteur

- Beaucoup de recherche, mais avec un faible nombre de transformateurs et donneurs d'ordres
- Les activités de R-D démontrent la volonté d'y jouer un rôle plus important, mais les déboires de grandes entreprises telles que SaintGobain, présentement poursuivi pour des problèmes avec un lot de hanches artificielles, démontrent que les risques de l'industrie sont élevés
- Des innovations technologiques d'importance et capables de révolutionner le marché sont requises afin d'obtenir des chances de succès
- La mentalité américaine de poursuivre pour tout et rien effraie même les grandes sociétés déjà dans le secteur

### Producteurs de matière première ★

- Aucune source n'a été identifiée au Québec mais présence de distributeurs

### Fabrication et mise en forme ★

- Distributeur de prothèse dentaires*
- Bego Canada

### Donneurs d'ordres ★

- Secteur de la santé*
- Régie de l'assurance maladie
  - Cliniques dentaires
  - Laboratoires dentaires

### Recherche et développement ★★

- Institut des matériaux industrielles (IMI)
- Institut des biomatériaux du Québec (Laval)
- Unité des biomatériaux, prothèses et implants (Laval)
- Université McGill - Center for Bone and Periodontal Research
- Groupe de recherche en biomécanique et biomatériaux (Polytechnique)
- Minutia

Septembre 2003

J-F Audet Courtier Stratège

KPMG

IC<sup>2</sup> Technologies

# Portrait international

## Bétons avancés

- Bien qu'il soit un matériau traditionnel, le béton fait l'objet de nombreuses innovations
  - ✓ Les bétons autoplaçants/autonivelant
  - ✓ Les bétons esthétiques, colorés, texturés, décorés; ils vieillissent mieux, résistent mieux à l'environnement, y compris les dégradations par l'homme, la durabilité est accrue, l'entretien est facilité et les solutions proposées sont plus esthétiques
  - ✓ Les bétons à ultrahaute performance mécanique et les bétons fibrés
  - ✓ Les bétons autonettoyants
  - ✓ Les bétons conducteurs (autodégivrants)
  - ✓ Les bétons écologiques
  - ✓ Etc.

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Bétons avancés ★ ★	Matériau fondamental pour les infrastructures; nouveaux créneaux à développer; vieillissement généralisé des infrastructures requérant une réhabilitation.	Construction Infrastructures	Améliorer les propriétés et innover; développer une approche de développement durable.	Longs délais pour la commercialisation de nouveaux bétons. Intégrer une approche de développement durable. Concurrence de matériaux tels que l'acier, l'aluminium et les matériaux composites.
Marché mature où les joueurs sont déjà bien implantés sur tout le territoire nord-américain. Plusieurs innovations, mais les opportunités d'affaires sont limitées pour de nouveaux joueurs.				



## Bétons avancés ★ ★ ★

## Portrait du Québec

### Critique du secteur

- Un marché où le Québec est bien représenté avec un savoir-faire unique en construction d'infrastructures de très grande importance
- Très fort en R-D avec le regroupement des universités du Québec et des laboratoires à ciel ouvert et structures de taille réelle
- Une collaboration étroite entre les producteurs, utilisateurs et le CRIB permet de relever les nombreux défis techniques souvent liés à rigueur du climat québécois

### Producteurs de matière première ★ ★ ★

- Cimenterie Saint-Laurent
- Groupe Lafarge
- Ciment Québec
- Une cinquantaine d'usines de béton à travers le Québec

### Fabrication et mise en forme ★ ★ ★

- Au Québec*
- Lafarge Construction (16 sites)
  - Demix Construction (12 sites)
  - Demix Ciment
  - Unibéton (7 sites)

### Donneurs d'ordres ★ ★ ★

- Ministère des Transports
- Hydro-Québec
- Municipalités
- Entrepreneurs en construction

### Recherche et développement ★ ★ ★

- Centre de recherche interuniversitaires (McGill, Laval, Sherbrooke, Poly et ETS)
- Chaire de recherche sur le béton projeté et les réparations en béton (Laval)
- Chaire sur le renforcement des matériaux composites pour les structures de béton (Sherbrooke)
- Institut de recherche d'Hydro-Québec et de son partenaire SNC-Lavalin
- Lafarge Canada
- Ciment Saint-Laurent

#### **Principaux axes**

- Développement de nouveaux bétons et ciments
- Optimisation d'armature et durée de vie des bétons
- Amélioration des techniques de réparation des infrastructures



# Polymères avancés

# Portrait international

## Thermoplastiques techniques

- 85 % du marché des thermoplastiques = grande diffusion (<1 \$ US/lb)
- Très grande variété de thermoplastiques techniques, mais les ABS, PC et nylons représentent 75 % du marché
- Fort développement des alliages (ou mélanges) plutôt que nouvelles molécules
- Plusieurs développements de procédés : injection assistée par eau, films thermoformables pour remplacer les peintures de carrosserie, laminage dans le moule, rayonnement ionisants, etc.



Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Thermo- plastiques techniques ★★	Tirer profit des performances avancées des thermoplastiques techniques pour concurrencer et remplacer les métaux dans plusieurs applications.	Automobile et transport Électronique Équipements médicaux Industriel	Optimiser et développer les procédés afin de développer de nouvelles applications.	Concurrence des thermoplastiques de grande diffusion dont les formulations sont sans cesse améliorées afin d'en accroître les performances, à moindre coût. Concurrence des composites. Recyclage et biodégradabilité sont des enjeux importants.
Le marché est relativement mature et bien établi. Les joueurs sont pour la plupart bien positionnés. Les marchés ciblés sont importants et certains secteurs offrent des croissances plus élevées. Les occasions d'affaires résident davantage dans certaines niches particulières.				

**Thermoplastiques techniques** ★★

**Critique du secteur**

- Un des secteurs forts du Québec dans le groupe des polymères avancés
- Deux sociétés fabriquant des polymères de grandes diffusion et plusieurs autres distributeurs au Québec
- Un bon nombre de transformateurs ayant recourt aux technologies les plus récentes
- Le secteur des produits d'emballage suivi de celui du transport sont les grands donneurs d'ordres
- Une grande partie des donneurs d'ordres sont à l'extérieur du Québec (industrie automobile)
- Croissance modérée à court et moyen termes

**Producteurs de matière première** ★

**Producteur de plastiques**

- Péтромont
- Basell

**Distributeurs**

- Bayer Canada
- GE Division Plastique
- Dupont Canada
- Tembec
- Borden
- Styrochem
- Dynea

**Fabrication et mise en forme** ★★

- IPL
- Camoplast
- Plastiques Gagnon
- PPD UHMW

**Donneurs d'ordres** ★★★

Secteurs:

- Bioalimentaires
- Environnemental
- Produits récréatifs
- Produits et jouets pour enfants
- Construction
- Électronique et électricité
- Industriel et agricole
- Optique

**Recherche et développement** ★★

- GIMS et GIFORM (IMI)
- Chaire sur la physique des polymères et nanomatériaux (Laval)
- Centre de recherche en sciences et ingénierie des macromolécules (Laval)
- Centre de recherche appliquée sur les polymères (Polytechnique)
- Laboratoire de synthèse organique (Sherbrooke)
- McGill Polymer

**Principaux axes**

- Optimisation des technologies de moulage et soufflage
- Mise au point de nouvelles technologies
- Synthèse et caractérisation de nouveaux polymères

## Portrait international

### Composites plastiques (grande diffusion et haute performance)

- Performance accrue pour concurrencer les métaux dans de multiples applications
- Développement des composites à fibres naturelles
- Développement des composites plastique-plastique du type PC-PC

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
<b>Composites plastiques</b> ★★★	Accroître la performance des polymères, en conservant un coût avantageux, afin de mieux concurrencer les métaux.	Automobile et transport Construction Électronique Biens de consommation	Améliorer la productivité des procédés (automatisation et grandes séries), accroître les propriétés et améliorer la capacité de recyclage.	Le recyclage devient un enjeu très important, particulièrement dans l'industrie automobile. Production en très grandes séries encore difficile. Matériaux substitués en forte concurrence avec des aciers et métaux légers.
	Très grand marché ciblé et potentiel de croissance dans certains grands marchés, notamment le secteur des transports. Occasions d'affaires pour des transformateurs spécialisés, amélioration des procédés de mise en forme et surtout ingénierie de nouveaux produits.			
<b>Composites plastiques haute performance</b> ★★★	Remplacer les métaux légers et autres matériaux à haute performance en offrant un meilleur coût et plus de légèreté.	Aéronautique Automobile et transport Médical Articles de sport	Réduire les coûts de fabrication et améliorer la productivité des procédés pour développer de nouveaux marchés.	Le recyclage devient un enjeu très important, particulièrement dans l'industrie automobile. Coût élevé et faible productivité des procédés. Matériaux substitués en forte concurrence avec des aciers et métaux légers.
	Marché à fort potentiel, notamment dans le secteur du transport. Occasions d'affaires pour des transformateurs spécialisés, amélioration des procédés de mise en forme et surtout ingénierie de nouveaux produits.			



Composites plastiques (suite)

Technologies de mise en forme des composites en Amérique du Nord



Procédé	Renfort	Cadence production	Parts de marché et évolution
<b>Résines thermodurcissables (TD)</b>			
Moulage par contact ou projection	Fibres	Très faible	<b>45 % déclin</b>
Compression - BMC ( <i>Bulk Molding Compound</i> )	Fibres courtes	Élevée	<b>10 % croissance</b>
Compression - SMC ( <i>Sheet Molding Compound</i> )	Mats fibres longues		
Pultrusion	Fibres avec taux élevé (50-80%)	Moyenne	<b>10 % croissance</b>
RTM ( <i>Resin Transfert Molding</i> )	Mats ou tissus	Moyenne (petites pièces)	<b>3 % croissance</b>
RIM ( <i>Reaction Injection Molding</i> ) – résines de polyuréthane	Fibres courtes ou mats de fibres longues	Moyenne	<b>1 % stable</b>
Imprégnation en continu	Mats de fibres coupées	Élevée	<b>2 % stable</b>
<b>Résines thermoplastiques (TP)</b>			
Injection thermoplastique renforcé	Fibres courtes ou longues	Élevée	<b>25 % stable</b>
Estampage thermoplastique renforcé (GMT)	Mats de fibres courtes ou continues	Moyenne	<b>3 % forte croissance</b>

Source : Nodal Consultants, mai 2002.

## Portrait international

### Composites plastiques (suite)

#### Aperçu des technologies et principales limitations selon les marchés d'utilisation (grande diffusion)

Marché	Technologies utilisées	Limitations
Automobile	SMC pour les grandes et moyennes séries. RTM pour des petites séries. RIM en développement. Évolution vers composites TP.	Conception et fabrication plus complexes que les métaux. Difficulté d'intégrer les composites TD dans la chaîne de montage. Recyclage des composites.
Construction	Très variées. Évolution vers composites hautes performances à mesure que les coûts diminuent.	Prix élevé par rapport aux matériaux classiques. Performance mécanique inférieure aux bétons spéciaux.
Nautique	85% moulage au contact, en particulier pour pièces de grande taille. RTM pour pièces de taille moyenne. SMC pour les jet-skis. Développement du RTM. Évolution vers TP et intérêt pour fibres naturelles.	Émissions de styrènes et normes environnementales. Durée limitée d'entreposage des résines TD.
Électronique	SMC et BMC. Dans une moindre mesure, injection TP.	Limitation des cadences de production. Recyclage des composites.
Ferroviaire	Moulage au contact pour pièces de petites séries. RTM pour pièces d'intérieur.	Coût supérieur aux aciers. Performance insuffisante des composites de grande diffusion (et haute performance très coûteux).

#### Aperçu des technologies et principales limitations selon les marchés d'utilisation (haute performance)

Marché	Technologies utilisées	Limitations
Aéronautique	Drapage manuel ou semi-automatisé pour les grandes pièces. Procédé RTM dans une moindre mesure.	Difficultés d'assemblage. Faible résistance aux chocs. Coût de finition des pièces.
Construction industrielle	Enroulement filamentaire, drapage, pultrusion, compression SMC, procédé RTM.	Prix élevé. Comportement en milieu corrosif mal connu.
Médical	Enroulement filamentaire, Estampage thermoplastique.	Moins connu des fabricants du secteur. Forte implantation des aciers spéciaux moins coûteux.
Sports et loisirs	Moulage sous pression de SMC, enroulement filamentaire et procédé RTM. Apparaissent aussi moulage en compression de composites TP et estampage thermoplastique.	Résistance mécanique et élastique des composites TP faible comparée aux métaux légers. Coût des procédés TP.

Source : Nodal Consultants, mai 2002.

## Composites plastique (GD et HP) ★★★

### Critique du secteur

- Un secteur d'activité très fort au Québec représentant des centaines d'emplois
- Plusieurs groupe de R-D très forts dans la mise au point de nouveaux composites et l'optimisation des procédés
- Québec très fort dans la fabrication de produits pour les secteur des transports, nautique et industriel
- Les grands donneurs d'ordres au Québec ont aidé les transformateurs à acquérir une excellente maîtrise de la technologie de moule ouvert et utiliser de procédés avancés
- Croissance intéressante si l'industrie réussit à respecter les nouvelles normes environnementales

### Producteurs de matière première ★

**Distributeurs**

- Bayer Canada
- GE Division Plastique
- Dupont Canada
- Etc.

### Fabrication et mise en forme ★★★

- ADS Marquez
- FRE composites
- Camoplast
- Composites VCI
- GSM production
- SIM composites
- Bell Hélicoptère & Pratt Whitney
- Flexibulb
- Profile
- Plastique Soucy

### Donneurs d'ordres ★★★

- Pratt & Whitney
- Bell
- Bombardier
- EMS technologies
- Paccar
- Prévost Car
- Nova Bus

### Recherche et développement ★★

- Centre de recherche en sciences et ingénierie des macromolécules (Laval)
- Chaire des composites à haute performance (Polytechnique)
- Centre de recherche appliquée sur les polymères (Polytechnique)
- Chaire sur le renforcement des matériaux composites pour les structures de béton (Sherbrooke)
- Concordia Centre for Composites
- McGill Polymer

**Principaux axes**

- Optimisation des formulations et procédés de fabrication
- Modélisation et simulation du remplissage de moule
- Nouveaux composites et recyclage à faible coût
- Contrôle de la microstructure

# Portrait international

## Polymères conducteurs

- Composés électroactifs vs polymères intrinsèquement conducteurs
- Applications traditionnelles = blindage électromagnétique et protection contre les décharges électrostatiques
- Nouvelles applications = polymères semiconducteurs à base d'ICP (ex. les OLED ou Organic Light Emitting Diodes), accumulateurs à base de polymères, supercondensateurs, biomatériaux, fils électriques moléculaires, etc.
  - ✓ Émergence de l'électronique à bas coût (moins performant que le silicium, mais beaucoup moins coûteux)



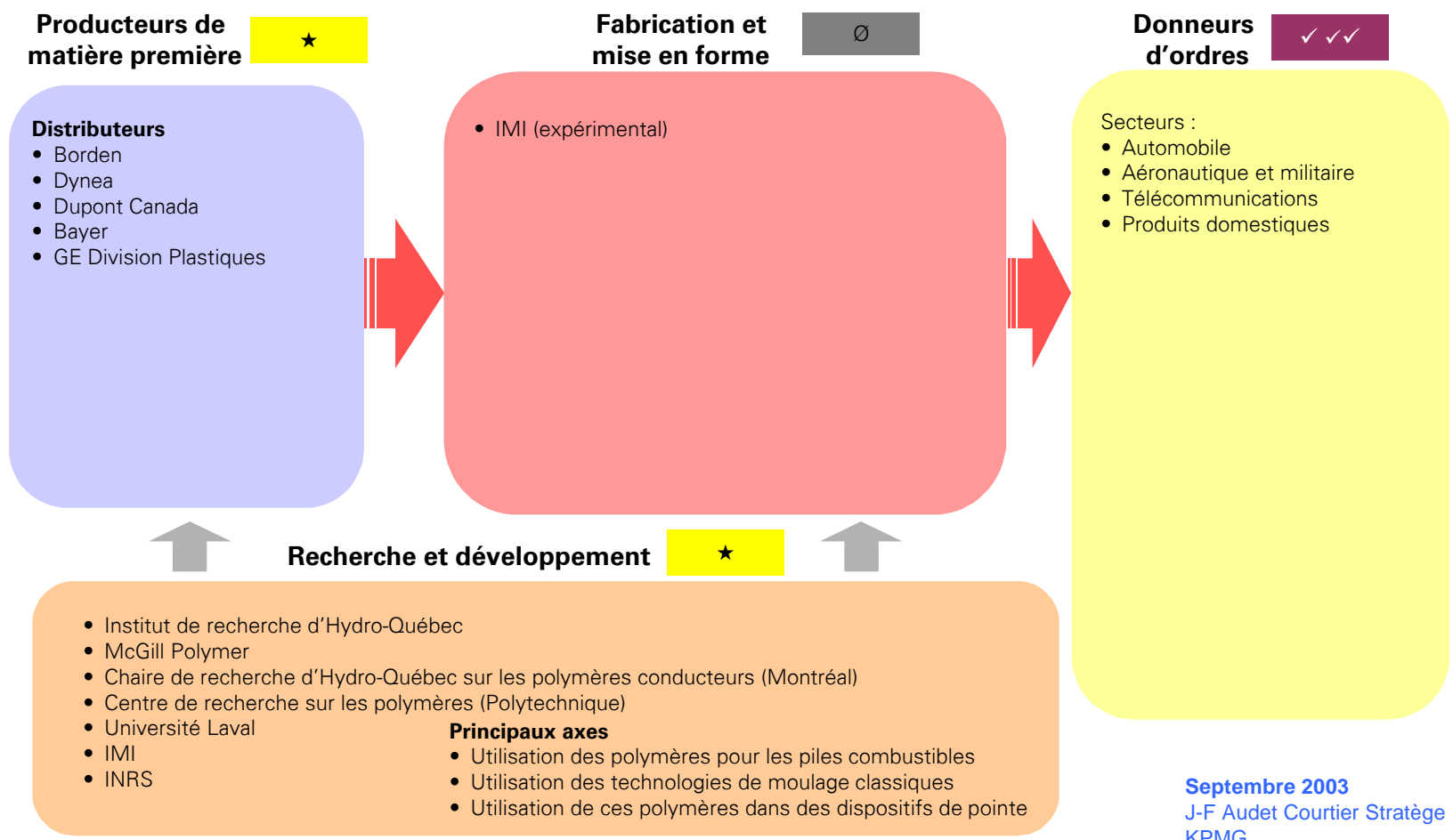
Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Polymères conducteurs ✓✓✓	Remplacer les métaux légers dans les applications de blindage électromagnétique; développer une nouvelle génération d'applications en électronique.	Électronique Industriel Médical	Développer une nouvelle génération d'applications dans divers domaines.	Concurrence des métaux légers pour les boîtiers d'appareils électroniques. Pour les polymères semi-conducteurs, l'importance des infrastructures et des investissements en place pour les technologies à base de silicium constituera une barrière à la migration de l'industrie. Plusieurs applications encore au stade expérimental.
Marchés émergents présentant des potentiels de croissance très élevés. Les premières applications entrent sur le marché et une nouvelle génération d'applications pourrait rapidement apparaître. Un secteur à surveiller de près.				

# Polymères conducteurs ✓✓✓

# Portrait du Québec

**Critique du secteur**

- Un grand intérêt d'utiliser ces polymères pour les piles à combustibles
- Les activités de R-D se concentrent à la mise au point des technologies de moulage afin de minimiser les coûts de production
- Il n'y a pas encore de transformateur à l'échelle industrielle
- Polymères encore au stade de développement industriel avec un nombre limité d'applications sur le marché
- Croissance faible à moyen et court terme



# Portrait international

## Polymères photoniques

- Transition du " tout électronique " vers l'optoélectronique et éventuellement vers le " tout optique " (dans le secteur des télécommunications et de l'informatique optique notamment)
- Les OLED, les fibres optiques et les composants ONL devraient continuer à connaître une très forte croissance

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Polymères photoniques ✓✓✓	Faciliter la transition vers le « tout optique »; composants optoélectroniques à plus faible coût.	Électronique et optique Télécoms	Remplacer les verres de silice, les cristaux optiques et les semi-conducteurs.	Barrière naturelle à la migration de l'industrie des semi-conducteurs vers une approche largement basée sur les polymères. Ralentissement majeur des investissements en TI et télécoms. Plusieurs applications au stade expérimental.
Marchés émergents présentant un potentiel de croissance très élevé. Les premières applications entrent sur le marché et une nouvelle génération d'applications pourrait rapidement apparaître. Un secteur à surveiller de près.				



# Polymères photoniques



# Portrait du Québec

## Critique du secteur

- Matériau encore au stade du développement
- Aucun producteur ou transformateur d'importance identifié
- L'INO utilise les polymères photoniques pour la fabrication de nouvelles fibres optiques double-gaine

### Producteurs de matière première



- INO

### Fabrication et mise en forme



- INO (très faibles volumes)

### Donneurs d'ordres



**Secteurs potentiels**  
*(Moyen et long termes)*

Entreprises de télécommunications

- Bell
- Vidéotron
- Télius
- Etc.

### Recherche et développement



- INO
- Centre d'optique, photonique et laser (Laval)
- CERSIM (Laval)

**Principaux axes**

- Synthèse de nouveaux plastiques pour des fibres double-gaine

**Biopolymères ou polymères naturels**

- Il faut distinguer les **fibres naturelles** des **polymères naturels à très large diffusion** (textiles, adhésifs naturels, cosmétiques et industries alimentaires et pharmaceutiques) et des **polymères naturels ayant la capacité de remplacer les thermoplastiques synthétiques de structure**
- Principalement une famille de polymères connue sous le nom de PHA et ses dérivés (PHB, PHV et PHBV)
- Les polymères polylactiques (PLA) proviennent de l'acide lactique produit par fermentation de sucres (betteraves, pommes de terres et maïs)
- Nombres croissants d'usines pilotes
- Thermoplastiques biodégradables pour boîtiers électroniques : Sony et Fujitsu

Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Biopolymères ou polymères naturels ✓✓✓	Remplacer les polymères thermoplastiques de grande diffusion par des matières biodégradables et non toxiques afin de faciliter le recyclage et la gestion de fin de vie des matériaux.	Automobile et transport Construction Électronique Biens de consommation	Production à l'échelle industrielle	Les coûts élevés (passage d'une production expérimentale à un volume industriel). Amélioration des propriétés physiques pour des applications plus exigeantes.
	L'industrie des plastiques entreprend un important virage vers les biopolymères. Le secteur est en émergence, mais devrait connaître des croissances importantes au cours de la prochaine décennie et plusieurs projets de nouvelles usines verront le jour à court et moyen terme.			



# Polymères biocompatibles et biopolymères



# Portrait du Québec

## Critique du secteur

- Nombreuses activités de R-D pour des applications biomédicales
- Quelques applications pour le secteur des produits d'emballage et fabrication de produits récréatifs (fibre de soie)
- Plusieurs entreprises en démarrage pour les secteurs nutraceutiques, cosmétiques et de la fabrication de différents type d'implants
- Croissance à court et moyen termes intéressante lorsque les nouveaux produits seront plus connus et acceptés sur le marché

### Producteurs de matière première



- Laboratoires des entreprises :
- Nexia
  - Biomatéria
  - Biosynthec
  - ISM Biopolymer

### Fabrication et mise en forme



- Potentiels :
- Entreprises d'équipements de sport

### Donneurs d'ordres



- Gouvernement du Québec
  - Entreprises de produits d'emballages
- Potentiel pour les secteurs
- Produits récréatifs
  - Aéronautique
  - Transports

### Recherche et développement



- Institut des biomatériaux (Laval)
  - GRBB, GCM, Centre de recherche appliquée sur les polymères, etc. (Polytechnique)
  - Département de chimie (Sherbrooke)
  - CERSIM (Laval)
- Principaux axes**
- Nouvelles applications pour les soins orthopédiques
  - Nouvelles applications pour le système cardiovasculaire
  - Synthétisation de nouveaux biopolymères
  - Utilisation des biopolymères pour détecter des agents pathogènes



# Autres matériaux de fonction

# Portrait international

## Fibres optiques

- Nouvelle classe de fibres optiques a émergé vers 1996 : les fibres "perforées" (holey fibers) aussi appelées fibres à cristaux photoniques
  - ✓ Combinent des propriétés exceptionnelles impossibles à obtenir avec une approche classique (dont une atténuation extrêmement faible et la capacité de guider un faisceau laser beaucoup plus puissant)
  - ✓ Applications médicales, usinage des métaux, spectroscopie, etc.
- Fibres optiques en polymères pour les applications autres que les télécommunications



Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Fibres optiques ✓✓✓	Accroître la performance des fibres actuelles et permettre de nouvelles applications telles que les fibres perforées.	Télécoms Industriel Médical	Accroître la performance des fibres actuelles.	Ralentissement du marché des télécoms. Surcapacité des réseaux en place. Coût de migration important pour les nouvelles technologies et faible capacité d'investissement des opérateurs de réseaux. Les nouvelles fibres « perforées » devront faire leurs preuves sur une base de production industrielle.
Marchés émergents pour les nouvelles fibres optiques présentant un potentiel de croissance très élevé. Les premières applications entrent sur le marché et une nouvelle génération d'applications pourrait rapidement apparaître. Un secteur à surveiller de près.				

**Fibres optiques** ✓✓✓

**Critique du secteur**

- Recherche diversifiée autant pour le développement des nouvelles fibres optiques que pour les applications de la fibre optique
- Forte activité en R-D et bonne collaboration avec COPL de l'Université Laval et l'INO
- Le développement de deux nouvelles fibres optiques par l'INO et le COPL ouvre le champ à de nouvelles applications de la photonique
- Le Québec est reconnu mondialement pour ses experts dans le secteur de l'optique
- La collaboration entre le milieu de la recherche et le secteur industriel est toujours quelque peu difficile en raison des objectifs différents
- Possibilité de croissance émergente à court et moyen terme malgré le ralentissement économique

**Producteurs de matière première** ✓✓✓

- CorActive High Tech
- INO

**Fabrication et mise en forme** ∅

- Philips-Fitel (câble de terre optique)
- *Gaines protectrices*
- IPL

**Donneurs d'ordres** ★★

- Grandes sociétés de télécommunications, de câblodistribution et de réseautique (Bell, Télus, Vidéotron, etc.)
- Certaines applications industrielles

**Recherche et développement** ★★★

- Institut National d'Optique (INO)
- Centre d'Optique, Photonique et Laser et Chaire en communications et composants à fibre optique (Laval)
- Institut des matériaux industriels
- Recherche et Développement de la Défense Canada
- Groupe de recherche en microélectronique (Polytechnique)
- Groupe de microélectronique (Sherbrooke)
- Canadian Institute of Telecommunications Research (Concordia)
- INRS et PROMPT Québec

# Portrait international

## Matériaux magnétiques

- Matériaux magnétiques durs (aimants), semi-durs (supports d'enregistrements) ou doux (noyaux de moteurs électriques, transformateurs, etc.)
- Forte croissance des diverses utilisations des moteurs électriques
- Impact des procédés de fabrication dans la performance des matériaux
- Flux 3D permettant une meilleure performance (mais design plus complexe)



Matériau	Occasions d'affaires	Marchés clés	Enjeux technologiques	Barrières et défis
Matériaux magnétiques ★ ★ ★	Moteurs et systèmes électriques plus petits, mais plus performants. Systèmes d'enregistrement, de lecture et de stockage de données.	Automobile et transport Industriel Électronique	Maîtrise des procédés et des matériaux pour améliorer la performance.	Le marché de l'électronique contrôlé par des multinationales asiatiques. Pour les applications électriques (incluant les moteurs), les défis résident dans l'ingénierie de nouveaux produits et la maîtrise des procédés.
Le potentiel de développement dans le domaine des moteurs électriques est très important et vise notamment de très grands marchés tel que l'industrie automobile. Les occasions d'ingénierie de nouveaux produits sont nombreuses.				

**Matériaux magnétiques** ★★★

**Critique du secteur**

- Matériau en plein développement avec possibilité de forte croissance d'ici les cinq prochaines années
- L'utilisation de matériaux magnétiques doux ouvre le champ à de nouvelles applications par l'utilisation d'un flux magnétique 3D permettant de réduire la dimension des moteurs électriques
- Le passage des système de voltage des automobiles de 12 à 42 V ouvre le champ à l'utilisation de nombreux nouveaux moteurs électriques alimentant les différents systèmes de voitures
- Un bel exemple du leadership d'une PME québécoise qui a su regrouper les partenaires de toute la chaîne afin de développer un moteur novateur déjà très en demande sur le plan mondial avant même d'être produit à grande échelle

**Producteurs de matière première** ★★

- Poudres métalliques du Québec

**Fabrication et mise en forme** ★★

- Métallurgie des poudres*
- Maxtech Métallurgie des Poudres (Précitech)

**Donneurs d'ordres** ★★

- EPS Système d'Énergie et Propulsion
- Bombardier Produits Récréatifs
- Divers fabricants de moteurs industriels

**Recherche et développement** ★★★

- Institut des matériaux industriels (IMI)
  - Département de génie électrique (Laval)
  - Université McGill
  - Groupe de physique des particules (Polytechnique)
  - Groupe de recherche en physique et technologies des couches minces (Montréal et Polytechnique)
  - Centre de recherche de QIT
- Principaux axes**
- Poudres métalliques magnétiques
  - Magnétiques mous
  - Matériaux amorphes magnétiques
  - Moteurs électriques
  - Optimisation des flux électriques en 3D

# Portrait international

## Supraconducteurs

- Basse température (-269 °C) par opposition à haute température (-196 °C)
- Technologies HT en développement depuis plus de 15 ans; commence à peine à émerger grâce aux avancées scientifiques effectuées vers 1995
  - ✓ moteurs rotatifs et autres systèmes de propulsion pour les navires
  - ✓ aimants de lévitation et moteurs électriques pour trains
  - ✓ systèmes de génération, d'emmagasiner et de distribution de l'électricité
  - ✓ certains équipements électroniques
  - ✓ divers moteurs industriels (pâtes et papiers, sidérurgies et raffineries pétrochimiques)
- Marchés émergents et technologies au stade précommercial, mais potentiel très important. Croissance annuelle moyenne de plus de 50 % entre 2000 et 2010 selon Conectus (explosion du marché davantage prévue pour la 2<sup>e</sup> moitié de la décennie).

<p>Supra-conducteurs ✓✓✓</p>	<p>Développement de moteurs électriques et de systèmes de propulsion, amélioration des réseaux électriques et transmission de signaux en communication sans fil.</p>	<p>Transport maritime et ferroviaire Énergie Électronique Télécoms</p>	<p>Fabriquer des dispositifs supraconducteurs à coût raisonnable.</p>	<p>Système cryogénique pour atteindre les températures requises. Résistance au changement pour plusieurs applications émergentes. Maîtrise du passage des projets expérimentaux à une production commerciale à plus grande échelle.</p>
	<p>Marchés émergents présentant un potentiel de croissance élevé, particulièrement dans le secteur des réseaux électriques. Les premières applications entrent sur le marché et une nouvelle génération d'applications pourrait rapidement apparaître. Un secteur à surveiller de près.</p>			



# Supraconducteurs ★

# Portrait du Québec

## Critique du secteur

- Le CERPEMA de l'Université de Sherbrooke est reconnu comme un des meneurs mondiaux en recherche sur les supraconducteurs
- Le Québec compte sur plusieurs chercheurs de renommée internationale travaillant sur les supraconducteurs
- Les équipements de l'Université Sherbrooke sont à la fine pointe de la technologie
- Croissance intéressante à moyen et long terme si les travaux débouchent sur des innovations technologiques importantes

### Producteurs de matière première ∅

- Aucun

### Fabrication et mise en forme ∅

- Fabrication en faible quantité pour des fins de R-D

### Donneurs d'ordres ★

Potentiels :

- Hydro-Québec
- ABB
- Autres entreprises manufacturières d'équipements de transformation, stockage ou distribution d'électricité.

### Recherche et développement ★

- Institut de recherche d'Hydro-Québec
- Centre de recherche sur les matériaux supraconducteurs (Sherbrooke)
- Centre de caractérisation microscopique des matériaux (Polytechnique)
- Centre for the Physics of Material (McGill)

} Recherche de supraconducteurs performants et moins onéreux