



# Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

**ÉDITION 2006**  
Version complète



Conseil national  
de recherches Canada

National Research  
Council Canada

**Canada**







Grâce au soutien financier  
des partenaires suivants :



ASSOCIATION  
DE L'ALUMINIUM  
DU CANADA

ALUMINUM  
ASSOCIATION  
OF CANADA



Développement  
économique Canada  
pour les régions du Québec

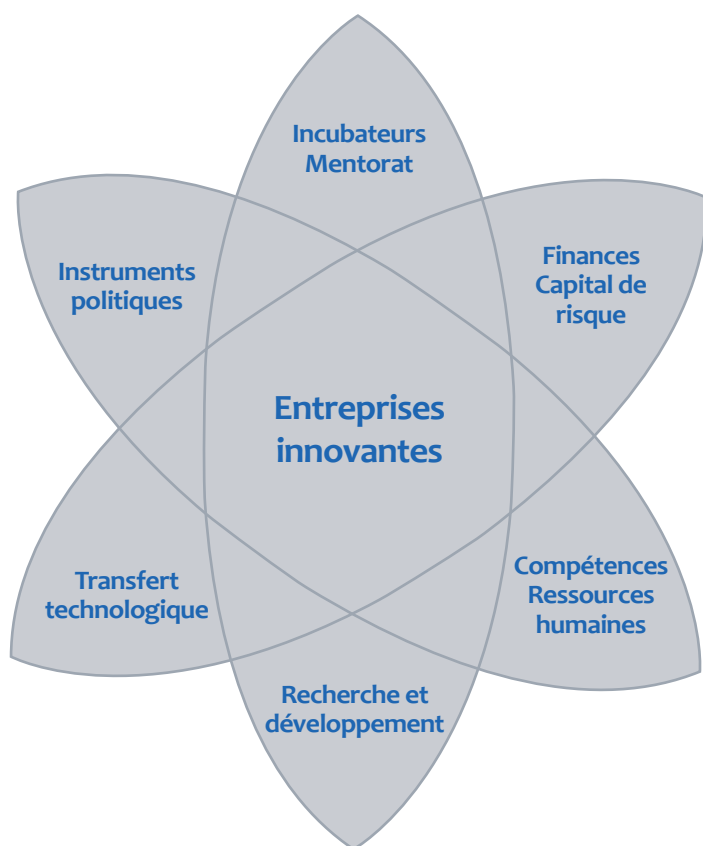
Canada

Canada Economic  
Development  
for Quebec Regions

Développement  
économique, Innovation  
et Exportation

Québec





# Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

---

**ÉDITION 2006**  
Version complète

POSITIONNEMENT, TENDANCES ET ENJEUX  
STRATÉGIQUES DE L'INDUSTRIE CANADIENNE

---

**En couverture :** L'étoile à six branches rappelle le concept de grappe technologique où les compétences techniques et humaines sont essentielles. Technologie, compétences, recherche, finances, mentorat et instruments politiques sont garants de l'innovation par les entreprises du milieu.

Ce document a été réalisé conjointement par le Réseau Trans-Al inc. et le CNRC-Centre des technologies de l'aluminium grâce au soutien financier des partenaires suivants : Développement économique Canada pour les régions du Québec, l'Association de l'aluminium du Canada et le ministère du Développement économique, Innovation et Exportation du Québec.

**ISBN 978-2-9809883-0-1**

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2007

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2007

Tous droits réservés

© Réseau Trans-Al inc., 2007

---

Bien qu'un soin raisonnable ait été pris afin de s'assurer de l'exactitude du matériel contenu dans la présente carte routière technologique, le CNRC-Centre des technologies de l'aluminium ainsi que le Réseau Trans-Al inc. ne peuvent être tenus responsables de toute perte ou dommage occasionné par l'utilisation du présent document.

---

## REMERCIEMENTS

Le CNRC-Centre des technologies de l'aluminium, le Réseau Trans-Al inc. et ses partenaires remercient toutes les personnes qui ont apporté leur contribution et leur soutien à la réalisation de ce projet.

## MEMBRES DU COMITÉ D'ORIENTATION DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE CANADIENNE DE LA TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM (CRT)

Boismenu, Marc	General Motors du Canada Limitée
Boulé, Eric	Alcan inc. (représentant l'Association de l'aluminium du Canada)
Deschênes, Jean-Pierre	Développement économique Canada
Dubé, Michael J.	Ontario Ministry of Economic Development and Trade
Dufour, Gilles	Alcoa inc. (représentant l'Association de l'aluminium du Canada)
Duval, Maurice	Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium
Duval, Johanne	Industrie Canada
Fedchun, Gerald B.	Automotive Part Manufacturers' Association
Houde, André	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, Québec
Jackman, Jennifer	Natural Resources Canada CANMET
Lavoie, Robert	Développement économique Canada
Marceau, Daniel	Réseau de recherche sur l'aluminium REGAL
Martin, Jean-Pierre	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Melhem, Nafez	CNRC-Institut des matériaux industriels
Paré, Jean	Alfiniti inc. (représentant le Réseau Trans-Al inc.)
Pouliot, Jean-François	Réseau Trans-Al inc.
Simard, Alain	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Trindade, Carlos	Bombardier
Worswick, Michael J.	University of Waterloo

**Ainsi que toutes les personnes qui ont participé aux ateliers de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium (CRT) :**

<b>Atelier Transport</b>	
Beaulieu, Denis	Centre de recherche industrielle du Québec
Boismenu, Marc	General Motors du Canada Limitée
Border, Kerry	Toyota Motor Engineering & Manufacturing North America, inc.
Chappuis, Laurent B.	Ford Vehicle Operations
Couture, Ghislain	Bombardier Produits Récréatifs inc.
Dufour, Gilles	Alcoa inc.
Duval, Johanne	Industrie Canada
Frise, Peter	AUTO21, Network of Centers of Excellence
Fuerst, Carl	General Motors du Canada Limitée
Gattaz, Isabelle	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, Québec
Kennedy, Dan	Promatek Research Centre
Laplante, Jean-François	Alcan inc.
Lasnier, Yves	Indev inc.
Lemay, Claude	Mingan Industries inc.
Martin, Jean-Pierre	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Moore, David	Aluminum Consultant
Propeck, Jan	Alcan inc.
Sherman, Andy	Ford Research & Innovation Center
Skszek, Tim	Physical Cosma Engineering
Smith, Philip E.	Alcoa Technical Center
Stephen, Gail	Bell Helicopter Textron Canada Limited
Worswick, Michael J.	University of Waterloo



## REMERCIEMENTS

<b>Atelier Construction</b>	
Beaulieu, Denis	Centre de recherche industrielle du Québec
Becker, Allan	Aluma Systems Canada inc.
Biscaro, Alberto C.	Institut de recherche d'Hydro-Québec Laboratoire des technologies de l'énergie de Shawinigan
Brisson, Alex	Roche Itée
Elmaraghy, Rachik	SAFI Quality Software inc.
Kissel, Randolph J.	The TGB Partnership
Morin, Daniel	Kawneer Montreal Service Center
Morin, Jean-Luc	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, Québec
Nabhan, Fadi E.	CNRC - Institut de recherche en construction
Perron, Jocelyn	Les Volets Josuma inc.
Pronovost, Claude	Produits de bâtiment Gentek Itée
Sanders, Robert E.	Alcoa Technical Center
Tremblay, Pierre	Tectal inc.

<b>Atelier Moulage</b>	
Ajersch, Frank	École polytechnique de Montréal
Andrews, Neil	Breyer Casting Technologies
Bouchard, Dominique	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Brochu, Christine	Alixium Développement inc.
Gallo, Rafael	Foseco inc.
Gupta, Kris (K.K.)	Fabrication Powercast
Hamel, François	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Houde, André	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, Québec
Kennerknecht, Steven	Aluminum Consultant
Loong, Chee-Ang	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Major, Fred	Alcan International Ltd
Marin, Gheorghe	FluoroSeal inc.
Martin, Jean-Pierre	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Melhem, Nafez	CNRC-Institut des matériaux industriels
Morin, Guy	Centre intégré de fonderie et de métallurgie
Osborne, Mark	GM Powertrain
Rooy, Elwin	Rooy and Associates
Sahoo, Mahi	Natural Resources Canada
Shankar, Sumanth	McMaster University

<b>Atelier Formage</b>	
Border, Kerry	Toyota Motor Engineering & Manufacturing North America, inc.
Gakwaya, Augustin	Université Laval
Jahazi, Mohammad	NRC-Institute for Aerospace Research
Kennedy, Dan	Promatek Research Centre
Larouche, Sylvain	Alcan-Usine Structure Automobiles
Martin, Jean-Pierre	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Martin, Pierre	Natural Resources Canada CANMET
Moore, David	Aluminum Consultant
Quinn, John J.	Bell Helicopter Textron Canada Ltd
Rahem, Ahmed	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Smith, Philip E.	Alcoa Technical Center
Walters, Cam	Amino North America Corporation
Wilkinson, David S.	McMaster Manufacturing Research Institute



**Atelier Assemblage, traitement de surface et usinage**

Altshuller, Bernie	Welding Consultant inc.
Arsenault, Bernard	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Attia, Helmi	CNRC-Institut de recherche en aérospatiale
Beaulieu, Denis	Centre de recherche industrielle du Québec
Caya, Jacques	Industries Jaro
Courval, Greg	Novelis Global Technology Centre
Deveaux, Marlène	RSM – Revêtement sur métaux
Duval, Maurice	Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium -CQRDA
Gagnon, François-Olivier	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Gougeon, Patrick	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
Hamel, François	CNRC-Centre des technologies de l'aluminium
McCleary, Sherri F.	Alcoa Technical Center
Paré, Jean	Alfiniti inc.
Perron, Jean	UQAC -Laboratoire international des matériaux antigivre
Quinn, John J.	Bell Helicopter Textron Canada Ltd
Simard, Daniel	Groupe EDS
St-Georges, Lyne	REMAC Innovateurs Industriels
Tan, Ayravuth	Bombardier
Thibaudeau, Jean-Philippe	Usimet
Tounsi, Nejeh	CNRC-Institut de recherche en aérospatiale

**L'équipe de réalisation :**

Félicitations à l'équipe de réalisation pour avoir terminé cet ambitieux projet à l'intérieur du budget et en dépassant les attentes des membres du comité d'orientation.

Merci à monsieur **Jean-François Pouliot** du *Réseau Trans-Al* pour avoir agi comme chargé de projet et pour avoir su maintenir l'équipe orientée vers l'objectif tout en respectant l'opinion des autres. Directeur général du Réseau Trans-Al depuis 2003, Jean-François est un témoin privilégié des réalisations des PME québécoises en transformation de l'aluminium. De par ses fonctions, Jean-François rencontre mensuellement des dizaines de dirigeants, d'ingénieurs et d'entrepreneurs de l'industrie de la transformation de l'aluminium.

Merci à madame **Marie-Christine Gagnon** du *Réseau Trans-Al* pour son organisation sans faille et pour s'être impliquée plus que totalement pendant 18 mois comme réalisatrice principale du projet. Marie-Christine est impliquée dans la transformation de l'aluminium depuis le début de sa carrière. Elle a œuvré au niveau de la recherche et développement, de la conception de produit, de la gestion de la qualité. Elle s'est également démarquée en gestion de la production et de projets de fabrication et de construction pour l'industrie de la production d'aluminium et les différents marchés de l'aluminium. Madame Gagnon est issue de la PME manufacturière où elle a occupé avec brio divers postes de gestion et de direction.

Merci à monsieur **Alain Simard** du *CNRC-CTA* pour un travail sans compromis et pour avoir su mettre à contribution ses nombreux contacts à l'intérieur de l'industrie au Canada et à l'étranger. Agent du développement des affaires pour le CTA, il s'est également impliqué dans le domaine depuis les débuts de sa carrière chez ABB-Bomem à Québec où il a travaillé au développement de plusieurs instruments d'analyse de la qualité de l'aluminium liquide en collaboration avec le CRDA à Jonquière. Alain a occupé plusieurs fonctions en 20 ans chez ABB-Bomem, Alcoa et au CNRC dont celles de chargé de projets, chef de section, directeur du RD, directeur du service après-vente et directeur d'unité d'affaires.

## REMERCIEMENTS

Finalement, merci à madame **Caroline Gaudreault** du *CNRC-CTA* pour le soutien apporté à l'équipe lors de la préparation des nombreux documents, rapports d'étape, graphiques, tableaux et cahiers de sondage qui ont été nécessaires pour la réalisation des ateliers, des sondages et, finalement, du document que vous tenez dans vos mains.

### Consultants Experts :

Nous tenons à remercier tout particulièrement les deux consultants experts qui nous ont aidés à mieux comprendre l'industrie de l'aluminium et qui nous ont guidés tout au long du processus pour développer une stratégie structurée.

À monsieur **David M. Moore**, vice-président Alcan Automobile à la retraite. Merci pour sa patience et sa disponibilité à relire les nombreux textes, à expliquer de façon simple et à partager sa vision des choses.

À monsieur **André Girard**, ex-directeur d'usine Alcan, vice-président ABB et actuellement président des consultants GRI inc. Merci pour sa rigueur et sa structure dans le processus des ateliers et pour le respect des idées partagées lors des discussions.

Mentionnons également l'apport précieux de messieurs Jean-Paul Huni, Ghyslain Dubé (Alcan-CRDA), Denis Beaulieu (CRIQ), Fred Major (Alcan-KRDC), Nejah Tounsi (CNRC-IRA), Bernie Altshuller (Welding Consultant), Bernard Arsenault (CNRC-CTA), Julien Gendron (Alcan), Jacques Ménard (Alcan), Daryoush Emadi (CANMET) ainsi que mesdames Virginie Bizier et Marie-Thérèse Gagnon (Réseau Trans-Al).

Merci à madame Lyne Bélanger et monsieur Luc Charron de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (CNRC-ICIST) pour les travaux de recherche documentaire réalisés.

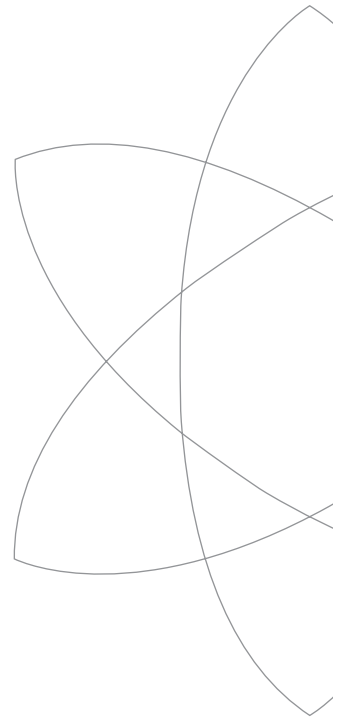
Monsieur James F. King et Aluminium Association (AA) pour l'utilisation de leurs données.

Un merci spécial à mesdames Donia Bergeron et Raphaëlle Prévost-Côté des Presses de l'aluminium (PRAL) pour leur généreuse contribution lors de la tenue des ateliers.

### Un grand merci à tous les répondants au questionnaire.

**Traduction :** Les Traductions Québec-Amérique inc. Alma, Québec

**Graphisme :** Eckinox Média, Alma, Québec





## TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE EXÉCUTIF</b> .....	i
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2. CONTEXTE DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE 2006</b> .....	3
2.1 SUIVI DE LA CRT DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'ALUMINIUM 2000 .....	3
2.1.1 RECOMMANDATIONS DE LA CRT 2000 .....	3
2.2 SITUATION ACTUELLE .....	4
<b>3. OBJECTIF ET ENVERGURE DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE 2006</b> .....	5
3.1 MÉTHODOLOGIE .....	5
3.1.1 PHASE A: ÉTAPES PRÉPARATOIRES .....	5
3.1.2 PHASE B: RÉALISATION DE LA CRT .....	5
3.1.3 PHASE C: PROMOTION .....	7
<b>4. TENDANCES STRUCTURELLES ET ENJEUX STRATÉGIQUES FONDAMENTAUX</b> .....	8
4.1 CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX .....	8
4.2 L'AVENIR DU SECTEUR MANUFACTURIER CANADIEN .....	8
4.2.1 FACTEURS ESSENTIELS DU SUCCÈS .....	10
4.3 LES MUTATIONS DU SECTEUR MANUFACTURIER DANS LES PAYS DE L'OCDE .....	10
4.4 DE QUELLES FAÇONS SERAI-JE AFFECTÉ ? QUE PUIS-JE FAIRE? .....	12
<b>5. SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM</b> .....	13
5.1 PRODUCTION D'ALUMINIUM .....	13
5.1.1 PRODUCTION D'ALUMINIUM DE PREMIÈRE FUSION .....	13
5.1.2 PRODUCTION SECONDAIRE ET REFONTE .....	16
5.2 PRODUITS SEMI-FINIS .....	17
5.2.1 PRODUITS LAMINÉS .....	18
5.2.2 PRODUITS EXTRUDÉS .....	19
5.2.3 PRODUITS MOULÉS .....	21
5.2.4 PRODUITS TRÉFILÉS/ÉTIRÉS .....	23
5.2.5 AUTRES TYPES DE PRODUITS .....	24
5.2.6 EN RÉSUMÉ .....	27
5.3 ÉQUIPEMENTIERS ET FOURNISSEURS SPÉCIALISÉS DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM ....	27
5.3.1 PLACE DES ÉQUIPEMENTIERS CANADIENS .....	28
5.3.2 RÉSULTATS DU SONDAGE .....	28
5.4 PRODUITS FINIS PAR MARCHÉ .....	29
5.4.1 MARCHÉ DU TRANSPORT .....	31
5.4.2 MARCHÉ DE LA CONSTRUCTION .....	35
5.4.3 MARCHÉ DES CONTENANTS ET DE L'EMBALLAGE .....	39
5.4.4 MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ .....	40
5.4.5 MARCHÉ DES AUTRES PRODUITS FINIS .....	42
5.5 PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM .....	44
5.5.1 MOULAGE .....	45
5.5.2 FORMAGE .....	48
5.5.3 ASSEMBLAGE .....	51
5.5.4 TRAITEMENT DE SURFACE .....	54
5.5.5 USINAGE .....	56

6. BESOINS ET OPPORTUNITÉS TECHNOLOGIQUES ET DE MARCHÉS..... 59

7. CONCLUSION ..... 83

8. RECOMMANDATIONS DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE ..... 85

ANNEXE A – GLOSSAIRE ..... 90

ANNEXE B – TABLEAUX COMPLÉMENTAIRES ..... 98

ANNEXE C – LISTE DES FIGURES ..... 111

ANNEXE D – BIBLIOGRAPHIE RECOMMANDÉE ..... 113

ANNEXE E – ACRONYMES ..... 116



## SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'analyse des données de la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium* (CRT) nous pousse à faire les trois constatations suivantes :

- 1- **Les efforts déployés depuis 25 ans pour transformer plus d'aluminium commencent à porter fruits. Des progrès intéressants ont été observés depuis la première *Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium* en 2000. La masse critique requise pour avoir un impact et un effet d'entraînement est en voie d'être atteinte, particulièrement au Québec.**
- 2- **Les entrepreneurs du secteur de la transformation de l'aluminium doivent se concentrer sur des procédés et des produits innovants qui requièrent des technologies avancées et une compréhension du matériau aluminium.**
- 3- **L'industrie canadienne jouit d'une mince fenêtre d'opportunités pour faire sa marque à l'échelle internationale en faisant front commun pour que le Canada soit l'endroit au monde où l'on associe aluminium et innovation et où les technologies pour le transformer sont en émergence et en croissance.**

## Situation

La réalisation de la *Carte routière technologique canadienne de l'industrie de l'aluminium* en 2000 a eu des retombées positives tangibles, dont la création du Centre des technologies de l'aluminium au sein du Conseil national de recherches du Canada.

Près de sept ans plus tard, on constate que l'importance relative du Canada comme producteur primaire est en décroissance malgré l'augmentation de la production. Cela s'explique par la croissance massive de la production des pays, tels que la Chine. La situation est comparable en ce qui concerne la production des produits semi-finis et finis. Nous perdrons dans les prochaines années notre 10<sup>e</sup> rang de grand producteur de produits laminés. Entre-temps, nous importons d'outre-mer de plus en plus de produits extrudés et nous ne faisons que maintenir notre statu quo par rapport à la production de pièces moulées sans toutefois être un joueur important.

L'industrie nord-américaine de l'aluminium est fortement intégrée verticalement avec des installations au Canada, aux États-Unis et même des filiales en Europe. Le Canada est, de ce fait, un importateur net de produits semi-finis même s'il est un producteur important pour divers types de ces produits.

Afin de résister à la fuite vers l'Orient de la fabrication de produits finis, les manufacturiers canadiens seraient bien avisés d'investir des efforts dans la conception et les technologies manufacturières de pointe. Les opportunités de croissance pour les produits finis dépendent principalement de : plusieurs procédés de moulage et de formage en émergence; les technologies de modélisation de procédés et de conception de nouveaux produits; les systèmes d'information qui facilitent l'utilisation de l'aluminium; les technologies d'assemblage et de traitement de surface qui combinent l'aluminium avec d'autres matériaux pour fournir une solution intégrée auprès des donneurs d'ordres.

## Les marchés

En parallèle à l'augmentation de la production mondiale, la consommation d'aluminium croîtra de façon significative partout dans le monde dans les 10 prochaines années. D'ici 2015, il est même prévu que l'Asie consommera deux fois plus d'aluminium que l'Amérique du Nord. Cet état de fait représente une manne intéressante à saisir pour l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium. Un large éventail de possibilités sera ainsi réparti dans l'ensemble des marchés.



Tout dépendant des choix de société, la croissance de la consommation d'aluminium dans l'industrie du transport se situera entre 20 % et 70 % en Amérique du Nord. Toutefois, la synergie est nécessaire pour en arriver à mieux contrôler les technologies qui nous permettront de développer nous-mêmes des applications gagnantes, dotées d'un grand potentiel de création de richesses. Plusieurs technologies en émergence ou en croissance demandent maintenant une approche système et multimatériau pour obtenir une utilisation accrue et ainsi pallier à certaines lacunes. Il faut donc, dès à présent, développer la compréhension des mécanismes de combinaison des matériaux et favoriser la formation des concepteurs. Cela permettra à l'industrie canadienne de saisir une multitude d'opportunités qui seront également applicables dans divers autres marchés.

L'industrie de la construction n'est pas en reste. Sur une période de 10 ans, une croissance de 58 % devrait être remarquée sur le continent asiatique comparativement à 20 % pour l'Europe et l'Amérique du Nord. Le manque de promotion et d'information auprès du public limite toutefois la percée d'un bon nombre d'applications en émergence et en croissance. La compétitivité de l'aluminium doit également être augmentée afin de mettre en place des stratégies gagnantes dans nos propres niches et celles d'envergure mondiale. Cela peut se faire à plusieurs niveaux, que ce soit en tirant profit de l'approche système, de l'analyse de cycle de vie ou encore par la combinaison de certains matériaux.

### Les technologies

---

Les besoins sont criants dans les diverses plateformes technologiques liées à l'industrie de la transformation de l'aluminium. On constate actuellement un déplacement vers les pays émergents de la production des pièces moulées et mises en forme réalisées à partir de technologies matures. Bientôt, il en sera de même pour la production utilisant des technologies émergentes et en croissance. Le retard technologique de ces pays sera vite comblé, ce qui leur permettra de devenir des compétiteurs de taille. L'industrie de l'assemblage doit absolument disposer de bases de compétences en assemblage et doit s'affairer à continuer à développer ces capacités. Des méthodes respectueuses de l'environnement et de la santé des travailleurs sont réclamées dans le domaine du traitement de surface, tandis que la mise en marchés d'alliages traités offrant des propriétés améliorées peut ouvrir la porte à de nouveaux marchés de niche. En ce qui concerne l'usinage, le support à la promotion et à la formation sur l'utilisation des nouveaux équipements et des nouveaux procédés favoriseront la revitalisation de cette plateforme.

Les enjeux les plus importants résident dans : la mise au point d'applications clés avec une performance supérieure, avec des améliorations incrémentales aux procédés actuels; l'accès à des services de validation de performance qui permettent de rencontrer des normes réglementaires pour l'utilisation de l'aluminium dans des marchés importants du domaine du transport, de la construction ou des applications électriques.

### Les facteurs socioéconomiques

---

Le Canada possède des connaissances avancées par rapport aux technologies les plus récentes et doit continuer à miser sur ces technologies. Il faut toutefois s'attarder aux enjeux humains telle l'acquisition du savoir-faire et de la formation pour pouvoir conserver notre avance. Il faut aussi assurer un déploiement rapide des nouvelles capacités de production pour demeurer compétitifs.

L'industrie canadienne doit dès maintenant se rassembler pour relever ces défis qui sont de taille mais peuvent être relevés avec brio si le Canada s'en donne les moyens dès à présent. Par exemple, des activités de déploiement et de RD coordonnées peuvent réduire les risques et permettre d'optimiser l'utilisation des ressources matérielles et humaines.

Selon les spécialistes consultés, plusieurs opportunités ne pourront être saisies que si les organismes de soutien et les diverses autres institutions collaborent et coopèrent entre eux. **La rigueur dans la gestion des collaborations et la volonté de travailler en collégialité** est primordiale pour assurer la plus grande génération de richesses possible.





## Les équipementiers

Plus d'une quarantaine d'équipementiers et fournisseurs canadiens spécialisés se positionnent avantageusement sur l'échiquier mondial, car l'exportation constitue une opportunité de croissance en raison de la multitude de projets d'alumineries et autres usines dans le monde. La relation avec les clients et la capacité de fournir la **meilleure solution globale** sont les atouts principaux pour réussir, notamment par une meilleure connaissance technique afin de rencontrer les attentes des clients.

## Bilan

De ces constatations, émergent **quatre recommandations** qui permettront à l'industrie canadienne de consolider sa position. **Trente-huit besoins et opportunités** ont également été sélectionnés en raison de leur potentiel de création de richesses, d'un horizon de réalisation intéressant et d'un défi technique en mesure d'être relevé. L'appropriation de ces recommandations et des opportunités par les divers intervenants liés au domaine de la transformation de l'aluminium permettra au Canada de jouer le rôle auquel il est appelé, celui de leader.

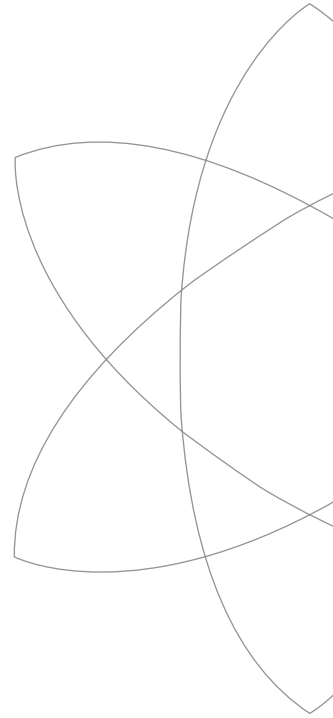
Après avoir cerné les secteurs clés et examiné leurs principaux enjeux, les spécialistes présents aux ateliers de travail ont déterminé les technologies jugées essentielles pour permettre à l'industrie de répondre aux besoins de marché au cours des prochaines années.

## Opportunités

Les 38 opportunités ont été révisées par des experts afin d'être clarifiées et expliquées, en quelques lignes. Les retombées les plus probables découlant de l'opportunité sont aussi présentées.

Transport	1.	Offrir des solutions intégrées aux constructeurs OEM
	2.	Développer des solutions multimatériaux
	3.	Mettre au point des alliages conçus pour la fabrication de moteurs diesels offrant une plus grande résistance mécanique et à la chaleur
	4.	Développer des alliages à haute résistance présentant une excellente formabilité à bas prix
	5.	Concevoir des structures plus légères pour les camions, les autobus et les véhicules récréatifs
	6.	Développer des méthodes pour faire des pièces moulées de grandes dimensions à parois minces
	7.	Réaliser une baisse des coûts substantielle pour les procédés de transformation de l'aluminium
	8.	Améliorer la résistance à l'usure, la tribologie et la lubrification des surfaces en aluminium
Construction	9.	Mettre à niveau des infrastructures civiles vieillissantes
	10.	Offrir des structures modulaires facilement assemblables en chantier
	11.	Offrir en commercialisation des profilés de grandes tailles
	12.	Concevoir des logiciels de conception intégrés spécifique à l'aluminium
	13.	Offrir un centre d'aide en conception aluminium
Moulage	14.	Mettre au point des alliages pour la fabrication de pièces structurelles par rhéomoulage semi-solide
	15.	Concevoir un <i>Guide des meilleures pratiques du moulage</i>
	16.	Offrir des outils pour améliorer le niveau de compétitivité des fonderies
	17.	Fabriquer à partir de métal liquide obtenu chez les producteurs primaires locaux
	18.	Optimiser les procédés non concurrentiels en fonderie
	19.	Améliorer les contrôles en temps réel des produits et procédés en utilisant des capteurs et des systèmes avancés
	20.	Accroître l'efficacité énergétique des fonderies
	21.	Offrir des pièces moulées de grandes dimensions ayant des parois minces

Formage	<ul style="list-style-type: none"><li>22. Établir un corpus des connaissances sur les coûts/bénéfices du cycle de vie de l'aluminium</li><li>23. Concevoir des panneaux plats multimatériaux à base d'aluminium</li><li>24. Développer l'hydroformage de l'aluminium</li><li>25. Améliorer la simulation des procédés de formage de l'aluminium</li><li>26. Développer de nouveaux procédés de formage conçus pour répondre aux besoins de l'industrie</li></ul>
Assemblage	<ul style="list-style-type: none"><li>27. Constituer un corpus de connaissances portant sur les adhésifs</li><li>28. Former un groupe d'intérêt sur le soudage de l'aluminium par friction-malaxage</li><li>29. Concevoir ou adapter des technologies de capteurs servant à la caractérisation des surfaces en aluminium</li></ul>
Traitement de surfaces	<ul style="list-style-type: none"><li>30. Offrir des tôles prépeintes capables de subir des opérations de formage</li><li>31. Développer un traitement de conversion sans chrome</li><li>32. Offrir et commercialiser des texturations décoratives à faibles coûts</li><li>33. Concevoir une peinture applicable sur des substrats d'aluminium sans revêtement de conversion</li><li>34. Rechercher et développer un traitement de surface pour empêcher l'adhésion de la glace</li></ul>
Usinage	<ul style="list-style-type: none"><li>35. Former un groupe d'intérêt en matière d'usinage de l'aluminium</li><li>36. Améliorer les systèmes de mesure automatisée conçus pour l'optimisation du positionnement des pièces et l'amélioration de la performance des équipements</li><li>37. Adopter un procédé d'usinage à sec de l'aluminium ou de MQL (technologie de lubrification minimale)</li><li>38. Développer des outils analytiques, des solutions numériques et améliorer les capacités des logiciels conçus pour l'usinage de l'aluminium</li></ul>



### Recommandations

Les recommandations ont été entendues bien des fois et de bien des manières depuis le début de notre exercice de *Carte routière technologique*, que ce soit à la lecture des sondages, pendant les plénières des ateliers ou lors des activités de suivi réalisées. Elles se résument en quatre affirmations

1. **Assurer une coordination et une coopération rigoureuse de tous les acteurs de la transformation de l'aluminium au Canada**
2. **Développer la capacité canadienne de concevoir pour l'aluminium au lieu de simplement fabriquer en aluminium.**
3. **Promouvoir la formation continue sur l'aluminium (architectes, ingénieurs et concepteurs)**
4. **Assurer une mise à jour de la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium***

## 1. INTRODUCTION

Bien que l'aluminium demeure un matériau considéré comme relativement jeune, dès 1862, Jules Verne a imaginé une fusée en aluminium que l'on retrouve dans « Voyage de la Terre à la Lune »<sup>i</sup>. Près de 150 ans plus tard, ce matériau est aujourd'hui utilisé couramment par l'industrie aéronautique et se retrouve dans une multitude de produits touchant tous les secteurs de marchés.

La transformation de l'aluminium est une industrie florissante et profitable, qui maintiendra une croissance importante au-delà de la prochaine décennie.

La consommation mondiale d'aluminium a dépassé les 44 millions de tonnes métriques en 2005<sup>ii</sup> pour une activité économique que l'on peut estimer à plus de 300 milliards de dollars américains annuellement.

Tirant sa force de propriétés telles que légèreté, résistance mécanique, conductivité thermique, résistance à la corrosion et recyclabilité infinie, l'aluminium est d'abord utilisé dans une grande variété de produits semi-finis (produits laminés, tréfilés/étirés, extrudés, moulés et forgés). Ces derniers sont ensuite transformés en produits finis (biens de consommation) pour divers marchés tels que le transport, la construction, l'emballage, l'électricité, l'ingénierie, la machinerie et les équipements, etc.

L'aluminium représente un levier important pour une multitude d'entreprises canadiennes. C'est aussi un levier de développement des collectivités et des régions du Canada. À la fin des années 1990, le CNRC a déterminé que le Saguenay-Lac-St-Jean était, au Canada, la région la plus prometteuse où investir dans la RD de pointe en transformation de l'aluminium. Misan sur des grappes technologiques florissantes, le CNRC facilite l'exécution de RD de calibre mondial en collaboration avec les collectivités canadiennes. De même, le gouvernement du Québec s'est donné comme objectif de favoriser la transformation de l'aluminium.

Aujourd'hui, l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium se doit d'identifier les tendances et les enjeux stratégiques auxquels elle devra faire face pour demeurer compétitive dans des marchés où de nouveaux matériaux font sans cesse leur apparition et où des industries bien implantées tentent de regagner du terrain.

Pour assurer sa croissance et demeurer concurrentielle, l'industrie doit innover et s'adapter rapidement. Elle doit sélectionner et utiliser les technologies les mieux adaptées à son contexte (c'est-à-dire marché de niche ou de masse). Elle doit également avoir accès à un système d'innovation efficace à déploiement rapide.

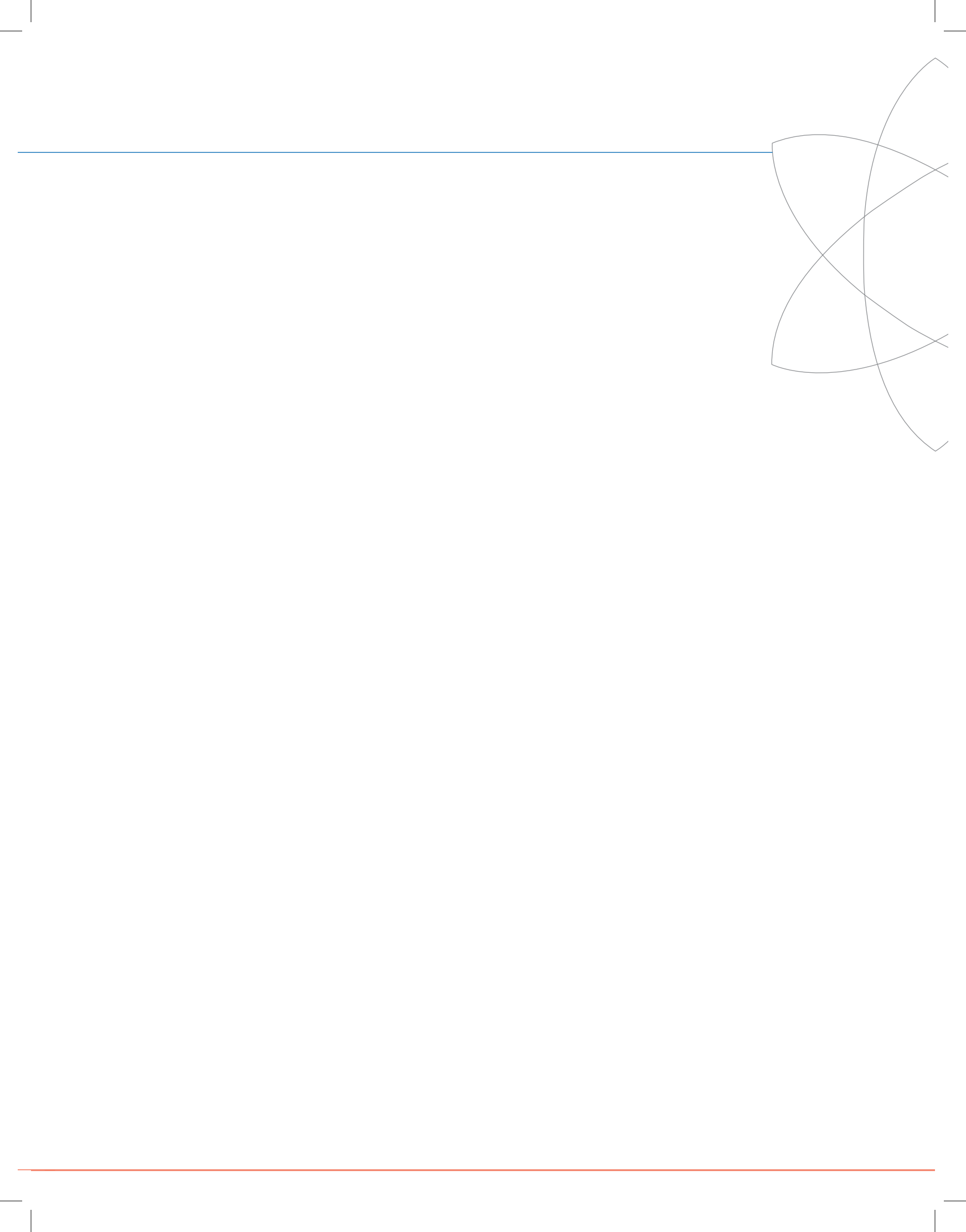
C'est en étant plus performante que ses concurrents mondiaux que l'industrie canadienne pourra demeurer dans la course. Le statu quo n'est pas une stratégie acceptable à l'ère de la mondialisation des échanges.

La *Carte routière technologique* (CRT) se veut un outil stratégique qui permet aux Canadiens d'identifier leurs besoins futurs et d'élaborer des plans pour y répondre afin de favoriser la création de richesses au pays.

Ce document cible donc une analyse de la transformation de l'aluminium en fonction des technologies et des marchés en se penchant sur le positionnement, l'identification des tendances et des enjeux stratégiques de l'industrie canadienne. Trois ingrédients qui sont essentiels à notre réussite!

<sup>i</sup> Association française de l'aluminium

<sup>ii</sup> James F. King





## 2. CONTEXTE DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE 2006

En septembre 2000, la *Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium* était déposée et présentait un survol général de l'**industrie de la production et de la transformation**. De cette carte émanaient 8 recommandations destinées à permettre la consolidation et l'expansion des marchés ainsi que 47 projets technologiques présentés de manière à ce que les besoins de marchés et les priorités d'actualité de l'époque soient comblés.

### 2.1 SUIVI DE LA CRT DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'ALUMINIUM 2000

En 2005, lors du lancement des activités liées à la production de la nouvelle *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*, un bilan de la carte produite en l'an 2000 a été effectué et a permis de faire les constats suivants :

- La plupart des 8 recommandations de la CRT 2000 ont été implantées localement.
- La presque totalité des 47 projets technologiques a été mise en œuvre, générant des résultats techniques intéressants pour 17 d'entre eux, alors que plusieurs autres étaient toujours actifs au moment de la réalisation du bilan.

#### 2.1.1 RECOMMANDATIONS DE LA CRT 2000

1. Le Conseil national de recherches Canada (CNRC) a inauguré, à Saguenay, en novembre 2004, le Centre des technologies de l'aluminium émanant de la première recommandation **de créer un institut canadien en recherche et développement de l'aluminium**.

L'organisation compte actuellement sur 45 chercheurs et techniciens. Les activités de RD effectuées au CNRC-CTA sont regroupées autour de trois axes : technologies de formage avancé, technologies d'assemblage et simulation numérique des méthodes.

Le CNRC-CTA a établi des partenariats avec des entreprises (notamment avec Alcan, General Motors et plusieurs PME) ainsi qu'avec des établissements universitaires et d'autres établissements d'enseignement en plus d'organiser de nombreux symposiums et d'autres événements de concert avec des organisations régionales ou autres.

Les études effectuées au Canada à ce jour confirment que les entreprises ont bel et bien tendance à se regrouper dans des régions précises et que, ce faisant, elles accroissent leur compétitivité. Ces résultats ont été documentés dans un certain nombre d'études et d'ouvrages (Wolfe 2003, Wolfe et Lucas 2004, Wolfe et Lucas 2005). Ces études soulignent aussi **l'importance de la présence et de la participation d'établissements publics au sein des grappes**, qu'il s'agisse de laboratoires publics (comme les instituts du CNRC) ou d'établissements universitaires.<sup>iii</sup>

2. La deuxième recommandation stipule d'**assurer le suivi de la Carte routière technologique sur une base annuelle**. Les premières activités de suivi ont débuté en 2005 avec la mise en œuvre du projet de la nouvelle *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*.
3. La troisième recommandation demande de **coordonner les activités de recherche et de développement**. Il a été constaté que le Québec a continué son virage ciblant l'aluminium en tant que matériau parmi un éventail de marchés par l'entremise d'organisations tels le Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium (CQRDA), le Regroupement stratégique en recherche sur l'aluminium (REGAL), le Centre universitaire de recherche sur l'aluminium (CURAL) ainsi que le Conseil national de recherches Canada-Centre des technologies de l'aluminium (CNRC-CTA) qui collaborent sur une base régulière à de multiples projets. Le reste du Canada s'organise à partir des produits finis dans des domaines de marché bien ciblés et reçoit le soutien d'organisations, telles qu'Auto21 (pour le domaine du transport, par exemple), qui bénéficient de l'appui de divers partenaires comme le Centre de recherche sur les transports, le Center for Automotive Materials & Manufacturing, Transports Canada, etc.

<sup>iii</sup>Hicking, Arthurs & Low, *Étude de base sur les initiatives de développement de grappes technologiques du CNRC*, rapport interne, p. 35, 2005.

4. Il a été recommandé d'**encourager le développement d'équipements pour le secteur de la production d'aluminium et le développement de logiciels pour tous les secteurs de l'industrie**. Des regroupements d'équipementiers ont été mis sur pied et plusieurs entreprises bénéficient d'avantages pour leurs activités reliées à la conception et à la fabrication de pièces destinées à l'industrie de la production d'aluminium. Des logiciels spécifiques à certains domaines de l'industrie sont actuellement en préparation.
5. La cinquième recommandation fait référence au besoin de **favoriser le développement de la transformation de l'aluminium**. Au Québec, il est possible de trouver du support auprès d'organismes fédéraux, provinciaux et auprès de diverses organisations tel le Réseau Trans-Al inc. De plus, certains grands producteurs d'aluminium se sont engagés, par le biais de diverses ententes, à créer des emplois en transformation. Des actions concrètes ont été mises de l'avant et sont toujours en vigueur.
6. **Renforcer les liens entre l'industrie, les universités et les centres de recherche** a été mentionné comme sixième recommandation. En ce sens, plusieurs activités ont été mises sur pied telles que Synergie-Al, CentrAL et le Congrès TransAl. Une présence accrue des intervenants du domaine à COM2006 (Conference of Metallurgists) a également été remarquée.
7. Septièmement, **créer des programmes d'enseignement et de formation spécialisés sur l'aluminium** est une recommandation qui a également été réalisée, car des programmes sont maintenant disponibles du niveau secondaire jusqu'au troisième cycle universitaire dans certaines institutions d'enseignement.
8. Finalement, **réaliser et diffuser des études de marché sur les divers secteurs de transformation** est une recommandation qui a été partiellement mise en œuvre, puisque quelques études ont été démarrées.

À la lueur de ces informations, il est aisé de constater que l'ensemble des activités reliées à la production de la *Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium 2000* a eu des retombées positives et que les besoins identifiés étaient réels.

## 2.2 SITUATION ACTUELLE

Plus de six ans après le dépôt de la *Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium 2000*, les des entreprises se sont clarifiés; celles-ci demandent maintenant que **la transformation de l'aluminium devienne l'avenue à privilégier pour la réalisation d'une nouvelle Carte routière technologique**, puisque la grappe aluminium se doit de développer ce secteur encore en émergence contrairement à la production primaire qui est dorénavant contrôlée essentiellement par deux entreprises au Canada.

En 2002, le CNRC a entrepris la construction d'un centre de recherche de pointe en vue d'en faire une plaque tournante pour la grappe. Le centre propose un vaste éventail de services de soutien aux membres de la grappe à la recherche des façons les plus rentables de transformer l'aluminium en produits durables et légers au profit d'un grand nombre d'industries. Pour faire en sorte que la grappe technologique centre son action sur les objectifs les plus réalisables et, potentiellement, les plus lucratifs, le plan stratégique du CNRC cible deux grands secteurs de la transformation : les technologies de formage avancé et les technologies d'assemblage.

Les entreprises désireuses d'utiliser le levier qu'est l'aluminium pour le Canada veulent savoir quelles sont les tendances et les enjeux stratégiques auxquels elles ont à faire face. Quelles sont les technologies les plus prometteuses? Lesquelles seront du domaine du marché de niche et lesquelles seront du marché de masse? Quels sont les enjeux de marchés pour les grands domaines manufacturiers ayant recours à l'aluminium? Quelles sont les barrières et les principaux défis à relever et où sont les potentiels futurs? C'est avec ces questions que les entrepreneurs canadiens doivent composer afin d'être concurrentiels en affrontant l'environnement d'aujourd'hui. Rapidement, il est devenu évident que le cœur du projet devait donc cibler une **analyse de la transformation de l'aluminium en fonction des technologies et des marchés** plutôt que de mettre à jour la carte portant sur l'industrie de l'aluminium qui traitait largement de la production de l'aluminium.



### 3. OBJECTIF ET ENVERGURE DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE 2006

À partir des données relevées lors des activités de suivi de la *Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium 2000*, il a été possible de mieux définir l'objectif du projet de la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Il a donc été convenu de :

**Présenter à l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium les besoins futurs des marchés dans le contexte mondial et d'identifier les activités technologiques ou commerciales ayant le plus grand potentiel de création de richesses.**

Un comité d'orientation, composé de membres représentatifs de l'industrie de l'aluminium, a été mis en place afin de définir les bases relatives à l'exercice. Avec une telle représentativité, il devenait aisé de comprendre les attentes des intervenants du milieu et de percevoir la légitimité de la démarche. Il était dorénavant possible de faire front commun à partir de besoins essentiels collectifs à combler, d'enjeux stratégiques majeurs à surmonter et d'établir des critères de performance assurant que les objectifs seraient atteints. Divers partenaires financiers se sont également greffés à l'exercice afin de contribuer à l'avancement de l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium.

#### 3.1 MÉTHODOLOGIE

Cette édition de la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium* est le résultat d'un processus qui a duré un peu plus de deux ans. Dès le départ, dans un souci d'offrir un travail de qualité correspondant aux attentes des intervenants de l'industrie, une démarche rigoureuse a été mise en place par des professionnels afin d'assurer la validité des informations livrées dans la nouvelle *Carte routière technologique*.

##### 3.1.1 PHASE A: ÉTAPES PRÉPARATOIRES

Cette première phase s'est déroulée en quatre étapes servant à planifier, en long et en large, l'ensemble du processus afin que l'évolution du projet ait lieu sans anicroches. Plus spécifiquement, ces étapes ont été les suivantes :

- **Réalisation par le CNRC d'une étude préliminaire** portant sur les plateformes technologiques de fabrication de produits de l'aluminium.
- **Formation d'un comité d'orientation** composé de membres recrutés à partir de différents organismes impliqués dans la *Carte routière de l'industrie canadienne de l'aluminium 2000*. Le comité d'orientation initial composé de 10 membres a été élargi à 19 membres afin d'assurer une véritable représentation canadienne.
- **Élaboration d'un devis et de demandes de financement** déposés auprès de Développement économique Canada (DEC), de l'Association de l'aluminium du Canada et du ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation du Québec.
- **Formation d'une équipe de projet et sélection de divers spécialistes techniques** pour réaliser la carte routière technologique en accord avec l'objectif, les contraintes techniques et les budgets alloués. L'équipe de projet et les spécialistes techniques sont des personnes reconnues pour leur expertise et leurs champs d'activités professionnelles.

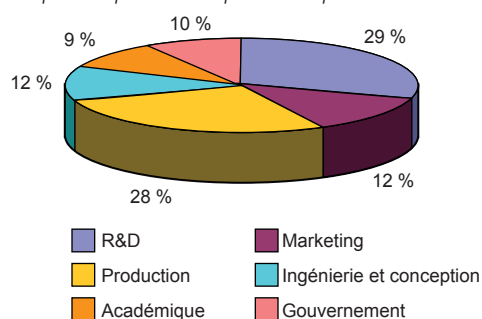
##### 3.1.2 PHASE B: RÉALISATION DE LA CRT

La première phase achevée, les activités de réalisation de la *Carte routière technologique* se sont déroulées en trois étapes qui ont permis de recueillir l'ensemble de l'information pertinente à la démarche.

- La première étape consistait à faire le **bilan systématique de la première CRT 2000** et à **établir le portrait général actuel de l'industrie** à partir de diverses sources d'information (analyse bibliographique et autres). Un rapport d'étape est produit et ce dernier contient l'état des 8 recommandations et des 47 projets technologiques de la CRT 2000. Le rapport dresse aussi le portrait global de l'industrie relativement à la production mondiale de l'aluminium, aux marchés et aux technologies pour la transformation de l'aluminium.
- La deuxième étape en était une de prospective, tant sur le plan statique que dynamique. Deux objectifs étaient donc ciblés :
  - **Dresser un portrait détaillé de l'industrie**, suivant les technologies et les marchés, à partir du point de vue des spécialistes et des grands utilisateurs d'aluminium.
  - Impliquer les industriels et les scientifiques du domaine pour **développer, sur des thèmes présélectionnés, une liste d'opportunités et de besoins technologiques et commerciaux** précis présentant le plus grand potentiel d'impact pour les Canadiens.

Ces deux objectifs ont mené à la réalisation d'un questionnaire, d'une cinquantaine de pages, rédigé dans les deux langues officielles, portant sur les technologies, les marchés, les fournisseurs de biens et services ainsi que sur les besoins génériques. **Ce questionnaire a été complété par plus de 106 spécialistes de divers champs de compétences** (voir Figure 1) de tous les secteurs de l'industrie localisés, principalement au Canada, mais également dans diverses régions du monde.

Figure 1: Champs de compétences des répondants au questionnaire

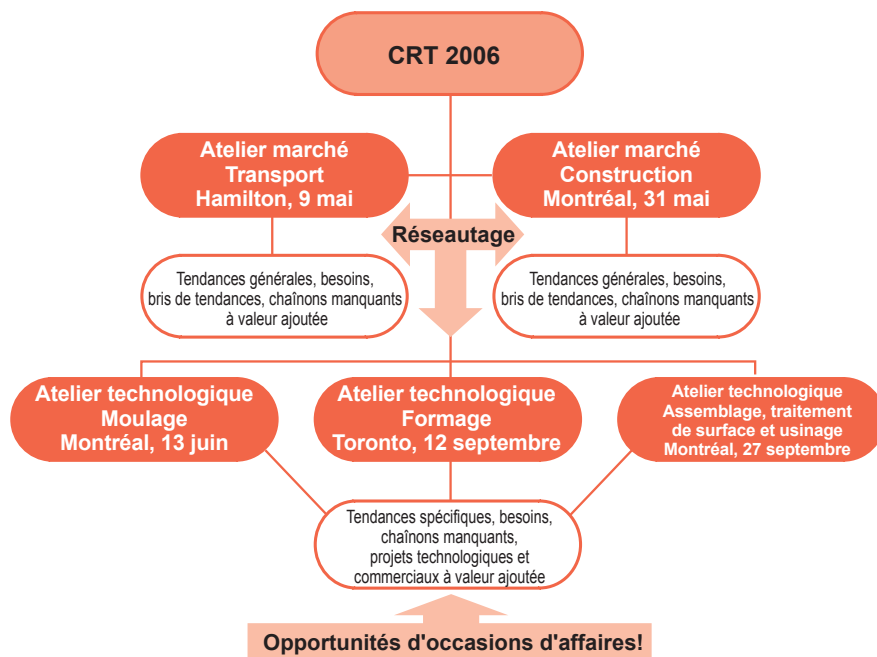


Source : Compilation des résultats du sondage de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

Également, **cinq ateliers portant sur le transport, la construction, le moulage, le formage, l'assemblage, le traitement de surface et l'usinage** ont été tenus (voir Figure 2). Ces consultations, étalées sur plusieurs mois, ont permis de recevoir les **avis de 84 spécialistes sur trois grands thèmes** : l'état de la technologie et des marchés, les enjeux stratégiques liés à la transformation de l'aluminium et l'identification d'opportunités destinées à créer de la richesse.



Figure 2: Diagramme de fonctionnement des ateliers de la CRT 2006



- La dernière et troisième étape de la phase de la réalisation de la Carte routière technologique a consisté à effectuer la **synthèse de l'ensemble des activités** par l'intégration des données et la rédaction finale du document. Cette synthèse a, entre autres, permis de sélectionner un échantillonnage intéressant d'opportunités technologiques et commerciales parmi les **270 proposées et d'établir des recommandations globales**. Relativement au choix des besoins et des opportunités, une présélection a été effectuée par les participants aux ateliers, à la suite d'un envoi de la liste complète. Les critères sur lesquels se sont basés les spécialistes pour procéder à leur évaluation sont les suivants :

- Le niveau de priorité
- L'impact économique
- Le défi technique
- L'horizon de réalisation

Il était également possible, pour chacun, d'ajouter des commentaires et d'insérer de nouvelles propositions. La compilation de ces données et la mise en forme de ces dernières en tableaux ont permis d'identifier les opportunités les plus prometteuses et de soumettre celles-ci à un comité restreint d'experts chargé de bonifier l'information disponible.

### 3.1.3 PHASE C: PROMOTION

Cette dernière phase consiste à **faire connaître la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium et à favoriser l'utilisation de cette dernière par l'industrie**. Il s'agit donc de déterminer un hébergement Internet fixe et flexible pour l'outil afin de s'assurer de sa disponibilité rapide auprès des intervenants canadiens, d'organiser des campagnes de promotion et des présentations auprès des gens de l'industrie.

#### 4. TENDANCES STRUCTURELLES ET ENJEUX STRATÉGIQUES FONDAMENTAUX

Ce chapitre présente trois sections sur les tendances structurelles qui affectent notre environnement et notre capacité à transformer le métal gris en richesse. Ceci est un très bref aperçu de l'information additionnelle qui peut être trouvée sur le sujet en consultant les trois références mentionnées en bas de page.

Les tendances structurelles sont importantes parce qu'elles nous donnent à réfléchir sur les enjeux stratégiques fondamentaux. Elles nous présentent ce qui arrive à notre monde, alors que nous sommes occupés à transformer nos produits et à gagner notre vie. Le monde est en constante évolution, certains changements sont plus profonds ou plus lents à prendre racine, mais ils peuvent avoir un plus grand impact sur nos vies.

##### 4.1 CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX<sup>iv</sup>

De toute évidence, le climat de la terre a évolué à l'échelle régionale et mondiale depuis l'époque préindustrielle, et certains aspects de cette évolution sont imputables aux activités humaines.

Un nombre croissant d'observations dépeint partout un monde toujours plus chaud et d'autres modifications du système climatique.

Des preuves plus récentes et plus concluantes permettent de dire que la majeure partie du réchauffement observé au cours des 50 dernières années est due aux activités humaines.

Les changements climatiques prévus auront des effets bénéfiques et néfastes sur les systèmes environnementaux et socioéconomiques, mais plus l'ampleur et le rythme de ces changements seront importants, plus les effets néfastes prédomineront.

Potentiellement, l'adaptation peut réduire les effets néfastes des changements climatiques et permet souvent d'obtenir des bénéfices accessoires immédiats, sans toutefois prévenir tous les dommages.

Face à l'évolution du climat, il existe de nombreuses possibilités d'adaptation qui pourront contribuer à réduire les effets néfastes et à renforcer les effets bénéfiques des changements climatiques, mais qui, toutefois, généreront des coûts.

Contrairement aux systèmes climatiques et écologiques, l'inertie au sein des systèmes humains n'est pas fixe, mais peut être modifiée par des politiques et par des choix individuels.

Le développement et l'adoption de nouvelles technologies peuvent être accélérés par des politiques de transfert de technologies et des politiques de soutien dans le domaine fiscal et dans celui de la recherche.

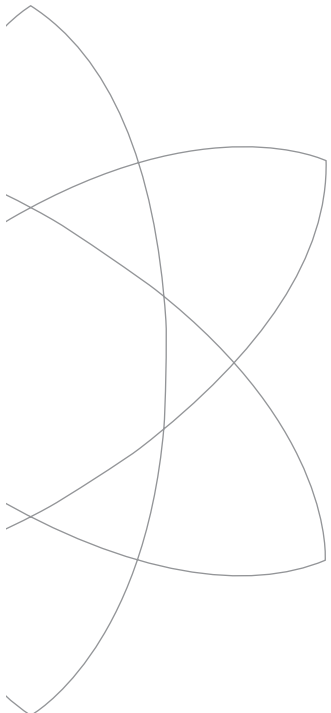
##### 4.2 L'AVENIR DU SECTEUR MANUFACTURIER CANADIEN<sup>v</sup>

Le bien-être de tous les Canadiens est tributaire d'une économie prospère. Notre aptitude à créer de la richesse favorise la création d'emplois et, conséquemment, des revenus qui nous permettent d'acheter les biens et services que nous consommons.

<sup>iv</sup>(Reference: **IPCC**, 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 p.

<sup>v</sup>CME 20/20: *L'avenir du secteur manufacturier canadien*, février 2005





Ces revenus nous permettent en outre de contribuer au financement des services publics, des services de soins de santé, du système d'éducation ainsi que des régimes de soutien du revenu et de soutien social. **Les façons dont cette richesse est créée et distribuée au sein de notre société constituent d'importants facteurs de la qualité de vie dont jouissent les Canadiens.** Cela dit, notre capacité à maintenir, voire à améliorer notre niveau de vie dépend en définitive de notre aptitude à multiplier les possibilités nouvelles pour les Canadiens, en d'autres mots à assurer la croissance continue de l'économie canadienne.

Au chapitre de la création d'une richesse économique, un certain nombre de pays se sont rapprochés du Canada au cours des dernières années. En effet, au cours des 15 dernières années, le Canada est passé du 5<sup>e</sup> au 9<sup>e</sup> rang des pays les plus prospères de l'OCDE. Au Canada, le revenu par habitant est inférieur de 22 % à celui des États-Unis.

D'autres pays ont mieux réussi que le Canada à hausser leur niveau de vie économique du fait qu'ils ont trouvé des moyens plus efficaces à divers égards : formation de capital et constitution d'une main-d'œuvre, acquisition de savoir et expansion des activités d'affaires à l'échelle globale. Les Canadiens doivent s'efforcer d'en faire tout autant s'ils veulent conserver ou améliorer leur situation parmi les pays les plus prospères du monde, d'autant plus que c'est la qualité de vie de chaque Canadien qui en dépend.

Le défi qu'il importe de relever dans ce contexte consiste donc à éliminer l'écart qui existe entre le revenu par habitant du Canada et celui des États-Unis, de façon à faire du Canada le pays le plus prospère des Amériques d'ici 2020. Pour y arriver, nous devons continuer d'accroître la part des activités à valeur élevée et hautement rémunératrices sur lesquelles mise l'industrie manufacturière moderne de ce pays.

Un certain nombre de changements importants pointent à l'horizon : le vieillissement de la main-d'œuvre, la venue de la Chine comme puissance industrielle, l'intensification de la concurrence sur les marchés internationaux, l'appréciation du dollar canadien, les coûts croissants d'affaires, les contraintes de plus en plus sérieuses associées aux approvisionnements énergétiques, les problèmes associés aux échanges commerciaux et aux frontières avec les États-Unis, l'érosion de la qualité de l'infrastructure canadienne et la concurrence croissante avec les autres pays du monde pour l'obtention des investissements et des contrats de production.

La façon dont les entreprises relèveront ces défis modifiera fondamentalement la nature de l'activité manufacturière au Canada au cours des 10 prochaines années. Les manufacturiers n'auront d'autres choix que de se donner une envergure mondiale dans cette ère de concurrence globale, de chaînes globales d'approvisionnement et de nouvelles possibilités globales de marché. L'innovation sera le facteur clé d'accroissement de la valeur des biens et d'amélioration de la productivité. Les partenaires commerciaux et d'affaires internationaux joueront également de leur côté un rôle de premier plan dans le développement des affaires. De nouveaux investissements seront nécessaires pour soutenir le rythme de l'évolution technologique. Enfin, de nouvelles compétences devront être acquises en raison des milieux de travail davantage axés sur le savoir. Bref, le temps, la souplesse et le service à la clientèle sont appelés à devenir d'importants facteurs de différenciation dans le contexte d'un succès concurrentiel.

Les manufacturiers canadiens s'emploient à restructurer leurs entreprises à la lumière des défis que leur pose le marché global. Cela dit, ils ne sont pas les seuls à le faire. L'apparition de nouveaux marchés et, notamment, d'une concurrence à faibles coûts pour le moins perturbante, le développement rapide de nouvelles capacités technologiques, des clients plus exigeants, un public plus averti et des pressions intenses au plan des résultats financiers sont autant de facteurs qui contribuent à modifier la nature de l'industrie manufacturière dans le monde.

Le secteur manufacturier s'est d'ores et déjà engagé dans une vaste restructuration. Force est de constater, dans ce contexte, qu'il a largement évolué par rapport aux cheminées d'usines, à la production de masse, à la machinerie lourde et à la main-d'œuvre manuelle qui le caractérisaient par le passé. Les activités modernes de fabrication sont hautement automatisées, largement dépendantes du savoir et des compétences technologiques, davantage axées sur l'adaptation des produits ainsi que sur les services et de plus en plus intégrées aux marchés internationaux de même qu'aux chaînes globales d'approvisionnement.

L'avenir des manufacturiers passera nécessairement par le service à une clientèle globale, le recours à des chaînes d'approvisionnement et à des réseaux d'affaires globaux ainsi que par la possibilité de s'approvisionner auprès des meilleures compagnies, des meilleurs fournisseurs de technologies et des meilleures sources de compétences au monde. La croissance du secteur sera fonction de l'innovation et de son aptitude à répondre rapidement aux besoins changeants des clients. Cette croissance misera sur les techniques évoluées d'information et de production offrant des possibilités de révolutionner les produits, les activités d'affaires et les processus de production. Cette croissance sera, en outre, tributaire de l'instauration de techniques encore plus précises et plus souples. Enfin, elle devra s'appuyer sur des connaissances nouvelles et une main-d'œuvre hautement qualifiée.

#### 4.2.1 FACTEURS ESSENTIELS DU SUCCÈS (CME 20/20)

La réussite du secteur manufacturier canadien sera tributaire de son aptitude à restructurer ses activités à la lumière des défis et des possibilités qui s'offriront.

Sept facteurs auront un rôle déterminant à jouer pour garantir le succès concurrentiel du secteur manufacturier canadien et atteindre le but avoué d'offrir à tous les Canadiens une prospérité accrue:

**Leadership** – Les stratégies, les politiques publiques et les programmes d'affaires doivent être coordonnés et alignés sur les possibilités de renforcer la croissance économique du Canada dans les marchés globaux de l'avenir.

**Compétences de la main-d'œuvre** – La main-d'œuvre canadienne doit être prête à répondre aux futurs besoins du secteur manufacturier.

**Innovation** – Les manufacturiers canadiens doivent être mondialement reconnus comme le modèle à suivre en matière d'innovation, de souplesse et d'amélioration continue.

**Expansion des affaires à l'échelle internationale** – Les entreprises canadiennes doivent avoir la capacité d'exercer leurs activités à l'échelle globale.

**Services d'affaires et financiers** – Les besoins changeants en services financiers et autres du secteur manufacturier doivent être satisfaits de façon efficiente.

**Infrastructure** – La capacité de l'infrastructure canadienne des transports, des télécommunications et des approvisionnements énergétiques à satisfaire les besoins futurs du secteur manufacturier et des entreprises globales doit redevenir un facteur incitatif d'investissements d'affaires et de croissance économique.

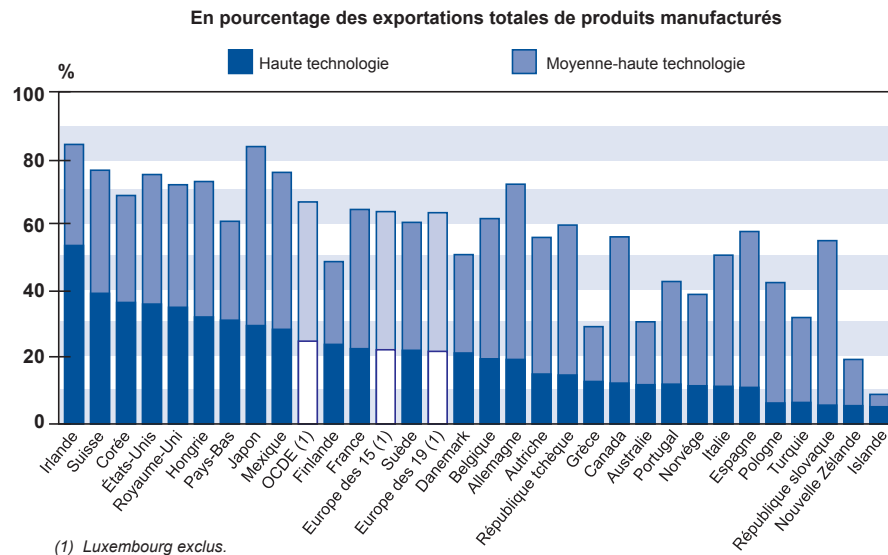
**Milieu d'affaires concurrentiel** – Le Canada doit devenir le pays privilégié d'Amérique du Nord d'implantation d'entreprises, d'investissement, de fabrication, d'exportation de biens, d'emploi et de croissance.

#### 4.3 LES MUTATIONS DU SECTEUR MANUFACTURIER DANS LES PAYS DE L'OCDE<sup>vi</sup>

La structure des échanges de produits manufacturés diffère considérablement selon les pays de l'OCDE, de même que leurs avantages comparatifs respectifs. La Figure 18 souligne les points forts des différents pays membres de l'OCDE en termes d'échanges commerciaux, répartis selon leur intensité technologique (voir OCDE, 2005c). Seuls quelques pays de l'OCDE détiennent un avantage comparatif important dans les industries manufacturières de haute technologie : c'est le cas de la Suisse, de l'Irlande, des États-Unis et du Royaume-Uni. Plusieurs autres pays, notamment le Japon et l'Allemagne, sont particulièrement bien placés en ce qui concerne les industries manufacturières de moyenne-haute technologie, telles que les machines, le matériel électrique et l'automobile.

<sup>vi</sup> LES MUTATIONS DU SECTEUR MANUFACTURIER DANS LES PAYS DE L'OCDE, DOCUMENT DE TRAVAIL STI 2006/9, Dirk Pilat, Agnès Cimper, Karsten Olsen and Colin Webb, Copyright OECD/OCDE, 2006

Figure 3: Part des industries de haute et moyenne-haute technologie dans les exportations manufacturières, 2003



Source : OCDE, base de données des Indicateurs STAN, juin 2005.

- La **part du secteur manufacturier** dans l'ensemble de l'activité économique continue de diminuer dans les pays de l'OCDE et cette tendance devrait se maintenir. Le déclin relatif de la part du secteur de la fabrication dans la production et la valeur ajoutée est principalement dû à la lenteur de la croissance de la demande de produits manufacturés, alors que la demande de services augmente, elle, plus rapidement. Le recul, tant absolu que relatif de l'emploi manufacturier, est principalement imputable à la forte croissance de la productivité, mais aussi au renforcement de la capacité manufacturière des pays non membres de l'OCDE. Dans le même temps, on ne peut se borner à assimiler la perte d'emplois manufacturiers dans les pays de l'OCDE à un transfert de la production manufacturière vers des pays non membres, puisque l'emploi manufacturier dans ces pays n'a pas connu d'augmentation majeure. Des travaux sont actuellement en cours à l'OCDE pour estimer les effets de la délocalisation sur l'emploi.
- La **nature de la production manufacturière** dans les pays de l'OCDE est en train de changer. La distinction entre les secteurs de haute et de faible technologie perd de sa pertinence, du fait que certains composants de la production de haute technologie peuvent également être produits dans des pays non membres de l'OCDE. L'activité manufacturière des pays de l'OCDE intègre de plus en plus de services à forte valeur ajoutée. Cette évolution semble liée à des modèles commerciaux qui mettent de plus en plus l'accent sur les actifs intellectuels et les activités à forte valeur ajoutée (voir OCDE, 2006) comme les services de RD, les services financiers et les services après-vente, plutôt que sur la production de produits manufacturés en tant que telle. La distinction entre le secteur manufacturier et celui des services s'estompe, ce qui complique l'analyse empirique avec des données classées par activité économique.
- La **production manufacturière est devenue de plus en plus intégrée au niveau mondial**. Les sociétés manufacturières recherchent de plus en plus quelle est la part de la production qui peut être effectuée de manière indépendante, que ce soit dans leur propre pays ou à l'étranger, ou encore par leurs filiales étrangères. Cela entraîne une fragmentation croissante de la production, en particulier dans les industries comme l'électronique où une telle fragmentation est possible, de même qu'une intensification des échanges intersectoriels et interentreprises. Cette évolution se traduit par une complexité accrue des courants d'échanges et des caractéristiques de l'avantage comparatif des pays, fortement influencés par les choix des entreprises multinationales en matière de localisation.

- **L'innovation dans le secteur manufacturier reste dominée par les pays de l'OCDE.** Le poids des activités à forte valeur ajoutée confère à l'innovation une importance grandissante. La RD menée dans les pays non membres de l'OCDE augmente, en particulier en Chine. Jusqu'à présent, la croissance de la RD dans les pays non membres n'a pas débouché sur une forte innovation, si l'on se fie aux brevets triadiques. Les pays de l'OCDE demeurent les principaux preneurs de brevets dans le monde. Cela dit, ces dernières années, leur intensité de RD n'a pas augmenté de manière significative, même si les politiques nationales paraissent de plus en plus axées sur l'innovation.

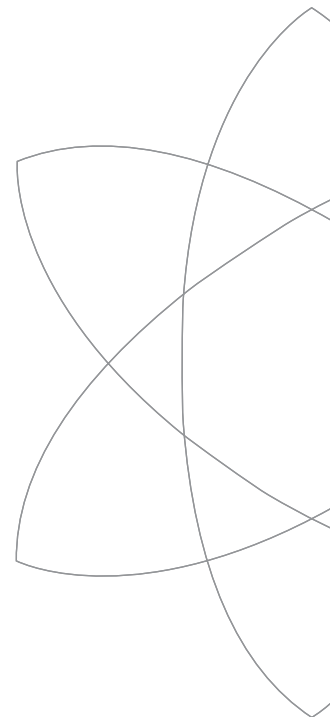
#### 4.4 DE QUELLES FAÇONS SERAI-JE AFFECTÉ ? QUE PUIS-JE FAIRE?

Vous vous demandez sûrement comment ces changements peuvent vous affecter et comment agir face à ces tendances? Les réponses ne sont pas faciles, mais les questions sont pertinentes.

Les premières choses que vous pouvez faire sont de vous **conscientiser, de demeurer vigilants et de vous informer sur les dernières tendances**. La plupart des entrepreneurs auront peu d'influence sur les tendances structurelles affectant l'environnement d'aujourd'hui. Vous pouvez toutefois mieux préparer votre entreprise et votre offre de produits et services si vous comprenez bien les enjeux fondamentaux.

Le monde est devenu votre marché, que vous le vouliez ou non. Tous les jours, l'économie mondiale nous influence, car notre consommation et notre production y sont étroitement liées. Le prix de l'aluminium, par exemple, se fixe à la bourse en Angleterre, au London Metal Exchange. Aussi, lorsqu'il s'agit de changement climatique ou de questions environnementales, nous sommes tous affectés bien que les effets soient difficiles à percevoir parfois dans notre grand pays nordique. **Le marché mondial et l'effet global représentent la nouvelle réalité.**

Le monde change à tous les jours, mais certains changements sont plus lents à s'opérer même s'ils sont plus fondamentaux. Les tendances structurelles aident à saisir à l'avance ce qui se prépare et vous permettent de vous y adapter ou d'y réagir. Elles vous présentent ce qui se passe ailleurs pendant que vous transformez l'aluminium.

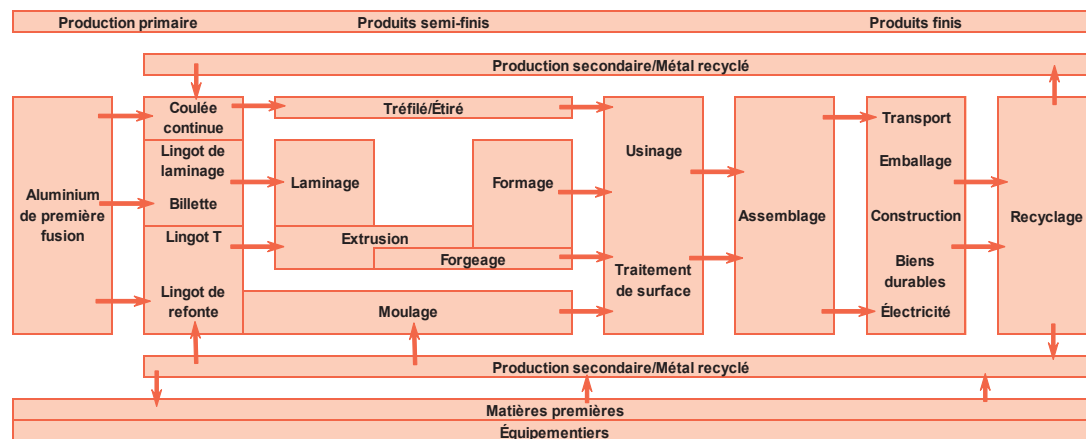




## 5. SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Ce chapitre est une **représentation concise de l'industrie de l'aluminium** tant au niveau international qu'au niveau canadien. Cinq aspects majeurs de l'industrie sont couverts : **la production, les produits semi-finis, les équipementiers et fournisseurs de services spécialisés, les produits finis par marché ainsi que les plateformes technologiques**. Tous ces éléments sont intimement liés et font partie du processus logique (voir Figure 4) qui conduit à la réalisation d'un produit.

Figure 4: Le monde de l'aluminium



Source : David M. Moore

\*Tous les termes utilisés dans cette section sont définis dans le glossaire qui se trouve à la fin du document.

### 5.1 PRODUCTION D'ALUMINIUM

#### 5.1.1 PRODUCTION D'ALUMINIUM DE PREMIÈRE FUSION

Le procédé industriel d'électrolyse de l'aluminium a été découvert en 1886 par Paul-Louis Toussaint Héroult et Charles Martin Hall. Ce procédé, sans cesse amélioré par la suite, repose sur l'emploi d'un fort courant électrique qui décompose l'alumine. Cette réaction a lieu à l'intérieur de grandes cuves que traverse un courant continu. Le fond de ces cuves sert de cathode. Des blocs de carbone suspendus au-dessus servent d'anodes. À l'intérieur de la cuve, l'alumine se dissout dans un électrolyte de cryolithe et de fluorure d'aluminium. Lorsque le courant électrique traverse ce mélange, en passant de l'anode à la cathode, l'effet recherché se produit. L'aluminium en fusion se dépose dans le fond des cuves, alors que l'oxygène se combine au carbone de l'anode. Les procédés modernes fonctionnent à plus de 300 000 ampères et le prochain cycle technologique verra des procédés à 500 000 ampères. Ce processus exige de grandes quantités d'énergie électrique variant de 13 à 17 kilowattheures par kilogramme de métal. À intervalles réguliers, l'aluminium est aspiré dans un creuset et transféré dans des fours d'attente où s'effectue la préparation des alliages. Après le contrôle analytique de sa composition, l'aluminium est habituellement coulé en lingots dont la forme dépend du procédé de transformation auquel ils sont destinés.<sup>vii</sup>

##### 5.1.1.1 PRODUCTION MONDIALE

La production et la consommation mondiale d'aluminium primaire ne cessent d'augmenter. De 1995 à 2005, la production mondiale d'aluminium primaire a été en constante progression avec un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 4,5 % (voir Figure 5), dont la croissance la plus significative se trouve en Chine. **En 2005, 31,8 millions de tonnes d'aluminium ont été produites, ce qui représente une augmentation de la production de plus de 35 % depuis 1999**, année de référence de la Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium.<sup>viii</sup>

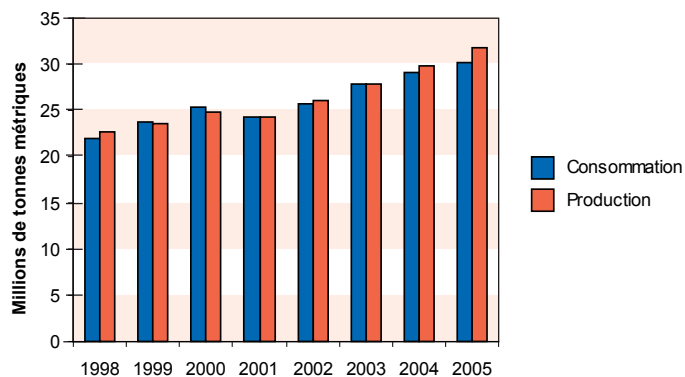
<sup>vii</sup> Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium 2000

<sup>viii</sup> Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminium Association

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Depuis l'an 2000, pratiquement tout ce qui est produit annuellement est écoulé. Selon les prévisions, **la demande d'aluminium devrait toujours dépasser la production mondiale vers 2012** pour atteindre 42,2 millions de tonnes métriques comparativement à une production prévue de 39,4 millions de tonnes métriques. En se basant sur ces données, et en prenant pour acquis qu'aucune récession ne viendra bouleverser ce portrait, l'industrie de l'aluminium devrait, de manière globale, demeurer florissante.

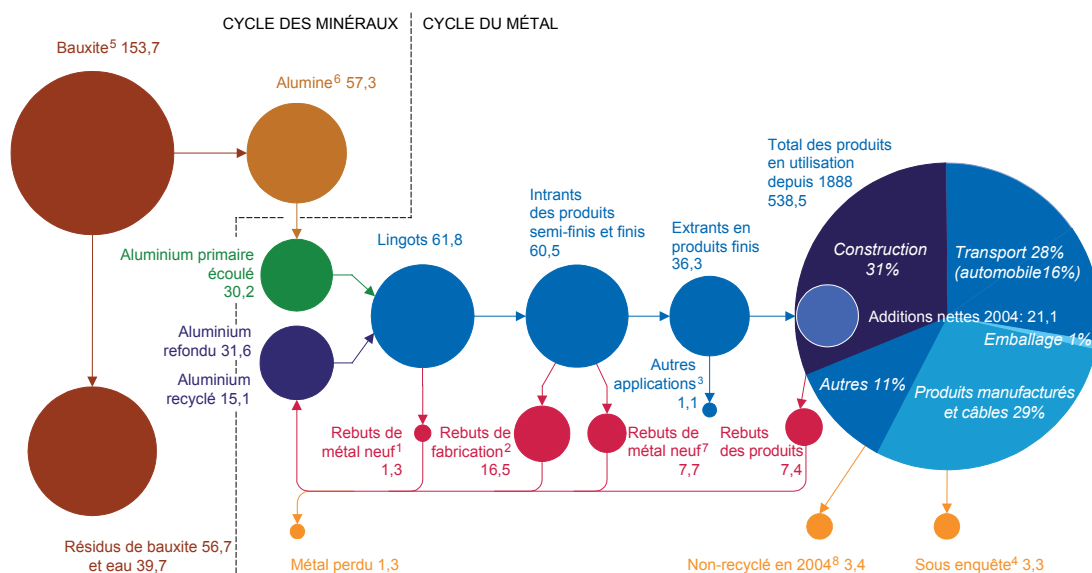
Figure 5: Consommation et production mondiale d'aluminium de première fusion



Source : Natural Resources Canada et Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

La Figure 6 démontre le cycle global de l'aluminium et permet de mieux visualiser les ramifications autour du métal gris. L'industrie de l'aluminium traverse un épisode de croissance continue et devrait offrir un potentiel de création de richesses intéressant. L'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium peut ainsi se positionner avantageusement sur les marchés mondiaux et profiter de cette croissance en déployant dès maintenant une stratégie à long terme de pénétration des marchés.

Figure 6: Cycle global de l'aluminium 2004



Les valeurs sont en millions de tonnes métriques. Les valeurs indiquées sont arrondies. Les inventaires de production ne sont pas compris dans les calculs.

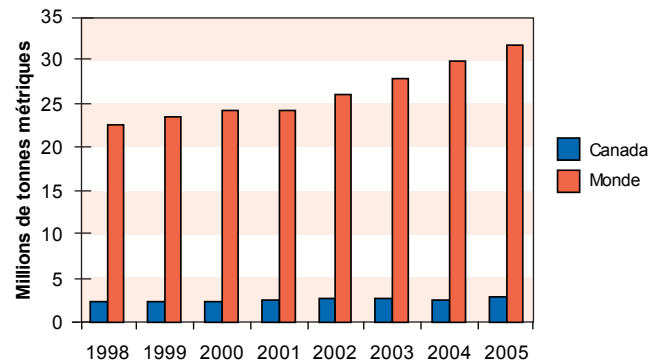
<sup>1</sup> Aluminium contenu dans l'écu. <sup>2</sup> Rebuts générés par les opérations de fonderie, de laminage et d'extrusion. La majeure partie de ces rebuts est interne et n'entre pas dans les statistiques. <sup>3</sup> Les poudres, les pâtes et l'aluminium de désoxydation car les propriétés du métal sont perdues. <sup>4</sup> Les possibilités sont le recyclage ou l'enfouissement. <sup>5</sup> Selon les calculs, et dépendamment de la source, peuvent contenir entre 30% et 50% d'alumine. <sup>6</sup> Contient en moyenne 52% d'aluminium selon les calculs. <sup>7</sup> Rebuts générés pendant les opérations de transformation en produits finis et semi-finis. <sup>8</sup> Incinéré, enfoui ou dissipé dans les autres cycles de recyclage.

Source : 2004 Global Aluminium Recycling, IAI, EAA et OEA

### 5.1.1.2 PRODUCTION CANADIENNE

La production d'aluminium primaire au Canada connaît également une croissance intéressante depuis plusieurs années avec un taux de croissance annuel composé de 2,6 % pour la période se situant entre 1995 et 2005. **En 2005, la production canadienne d'aluminium primaire représentait 2,9 millions de tonnes métriques, ce qui représente 53 % de la production nord-américaine** (voir Figure 7).

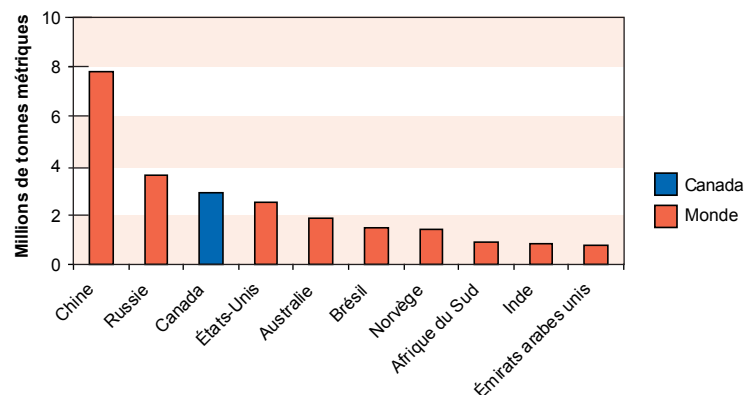
Figure 7: Production canadienne d'aluminium de première fusion vs la production mondiale



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Toujours en 2005, le **Canada conserve sa 3<sup>e</sup> place parmi les pays producteurs d'aluminium** de première fusion de la planète (voir Figure 8) en ayant augmenté sa production d'un peu plus de 33 % pendant les 10 dernières années (voir Figure 9). Avec une production de 2,9 millions de tonnes métriques, **le Canada représente, à lui seul, 9,1 % de la production mondiale**. La disponibilité de l'énergie électrique à prix compétitif, la volonté gouvernementale ainsi que le contexte social et économique favorable demeurent, aujourd'hui encore, les principaux facteurs responsables des investissements réalisés par les producteurs d'aluminium pour augmenter la production d'aluminium primaire au Canada. Toutefois, il est important de mentionner que des pays tels que l'Inde, les Émirats arabes unis ainsi que l'Afrique du Sud ont vu leur production augmenter de manière plus significative que le Canada consolidant, par le fait même, leurs positions au sein des plus grands producteurs.

Figure 8: Les 10 plus grands pays producteurs d'aluminium de première fusion - 2005

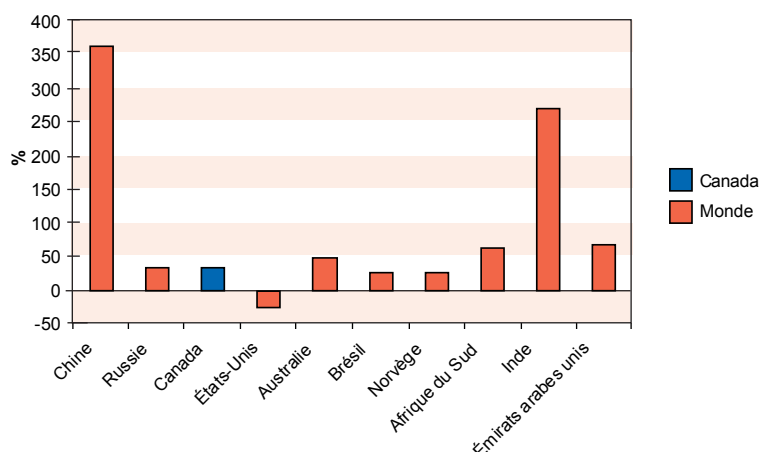


Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

### 5.1.1.3 CHANGEMENTS SIGNIFICATIFS

Le portrait des pays producteurs d'aluminium de première fusion a changé depuis les 10 dernières années. **La Chine s'est hissée au 1<sup>er</sup> rang des producteurs avec une augmentation de sa production de 364,3 %**, ramenant les États-Unis en 4<sup>e</sup> place en raison de leur baisse de production de l'ordre de 26,5 % depuis 1995 (voir Figure 9). Des pays comme la Russie, l'Australie, le Brésil, la Norvège et l'Afrique du Sud ont su conserver, au même titre que le Canada, le statu quo en raison de leur croissance soutenue. **L'Inde, avec une croissance de 271,2 %, fait maintenant partie des 10 plus grands producteurs d'aluminium de première fusion** avec une 9<sup>e</sup> place devant les Émirats arabes unis.

Figure 9: Croissance des pays plus grands producteurs d'aluminium de première fusion 1995-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

## 5.1.1.4 FUTUR

Pour 2015, on prévoit que la Chine, la Russie, le Canada, les États-Unis, l'Australie et le Brésil conserveront le même classement parmi les pays producteurs d'aluminium de première fusion. Le Venezuela devrait bénéficier d'une augmentation intéressante de sa production pour entrer en septième place et devancer l'Inde, l'Afrique du Sud et la Norvège<sup>ix</sup>. **Six des dix plus grands producteurs d'aluminium auront une croissance supérieure à celle du Canada**, dont les États-Unis et l'Australie qui occupent respectivement la quatrième et la cinquième place.

Bien que la consommation d'aluminium en Chine croisse rapidement, elle demeure relativement peu élevée per capita comparativement aux nations ayant une industrie plus développée. Le taux de croissance de la production d'aluminium devrait également se stabiliser, en raison de la disponibilité et de l'accessibilité des sources énergétiques à prix compétitifs. La Chine représentera un marché à fort potentiel pour la prochaine décennie pour les producteurs et transformateurs d'aluminium qui auront à fournir divers types de produits en raison de sa grande population.

Pour maintenir sa place, l'industrie canadienne devra continuer à mettre de l'avant des projets technologiques qui lui feront augmenter sa capacité de production, réduire ses coûts et optimiser la qualité de sa matière première. La synergie entre l'ensemble des intervenants pour réaliser le déploiement des stratégies qui seront mises en place s'avère nécessaire et permettra d'atteindre des objectifs élevés.

## 5.1.2 PRODUCTION SECONDAIRE ET REFONTE

On trouve principalement **quatre types d'organisations reliées à la production secondaire et à la refonte** : les grands centres de coulée, les usines de billettes secondaires, les usines de recyclage de canettes et les raffineries secondaires.

Les **grands centres de coulée attachés aux laminaires et aux usines d'extrusion** recueillent les rebuts de production et mélangent des lingots de refonte (aluminium pur) pour refaire des gammes complètes de lingots de laminage ou d'extrusion de divers alliages.

Les **usines de billettes secondaires**, quant à elles, sont également des centres de coulée qui reçoivent des rebuts de qualité variable, principalement des rebuts d'extrusion, et qui y additionnent des lingots de refonte afin de mieux contrôler la qualité et de fabriquer plus particulièrement des billettes.

Les **usines de recyclage de canettes** reçoivent, mélangent des rebuts de canettes et y additionnent des lingots de refonte pour mieux en contrôler la qualité afin de produire des lingots de laminage qui servent à fabriquer des corps de canettes.

<sup>ix</sup>James F. King

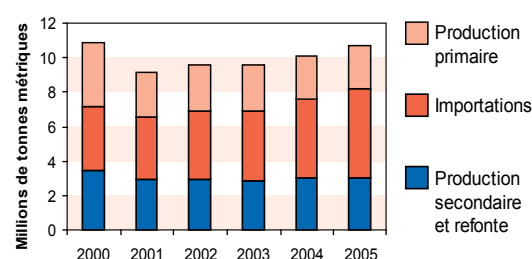
Les **raffineries secondaires** reçoivent, mélangent des rebuts dont la qualité varie et produisent majoritairement des lingots de refonte en alliages secondaires destinés aux fonderies de pièces.

La **production secondaire représente actuellement une mince portion de la production totale canadienne d'aluminium** (voir Figure 10) comparativement à la production américaine (voir Figure 11).

Figure 10: Production secondaire et de refonte canadienne 2000-2005



Figure 11: Production secondaire et de refonte américaine 2000-2005



Source des deux graphiques : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

En 2005, l'estimation de la production secondaire et de refonte canadienne représente 285 000 tonnes métriques pour environ 24 usines, ce qui correspond approximativement au double de la production réalisée en 1995. La quantité produite par les États-Unis est, quant à elle, 10 fois supérieure à celle du Canada. Nous croyons que cela est directement proportionnel aux tailles des économies respectives des deux pays.

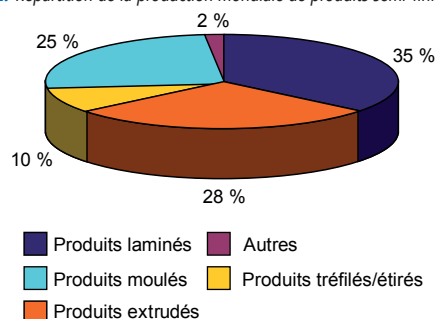
Pour cette même période, il y aurait eu plus de 2000 producteurs d'aluminium secondaire répertoriés en Chine. La grande majorité de ces producteurs génère quelques milliers de tonnes métriques ou moins annuellement.<sup>x</sup>

## 5.2 PRODUITS SEMI-FINIS

Les produits semi-finis résultent de la transformation du métal réalisée à partir de l'aluminium de première fusion et de la refonte (recyclage) et existent sous diverses formes telles que câbles et fils, produits laminés, produits extrudés, produits forgés et produits moulés. Ces produits sont destinés au marché de la transformation finale.

Parallèlement à la croissance de la production d'aluminium, on dénote également une augmentation de la production de produits de type semi-fini. **En 2005, plus de 44,3 millions de tonnes de tous types de produits semi-finis devaient être mis sur le marché mondial<sup>xi</sup>.** La production nord-américaine a, quant à elle, représenté plus de 11,6 millions de tonnes métriques en 2005, ce qui équivaut au tiers de la production mondiale, et a connu un taux de croissance annuel composé de l'ordre de 3,2 % depuis 2001<sup>xii</sup>. Mondialement, les produits les plus fabriqués (voir Figure 12) sont les produits laminés qui représentent 35 % du marché, suivis par les produits extrudés et moulés. La production canadienne de semi-finis a été de 1 million de tonnes, ce qui représente 2,3 % de la production mondiale.

Figure 12: Répartition de la production mondiale de produits semi-finis par type de produits - 2005



Source : James F. King

<sup>x</sup> Light Metal Age, August 2006

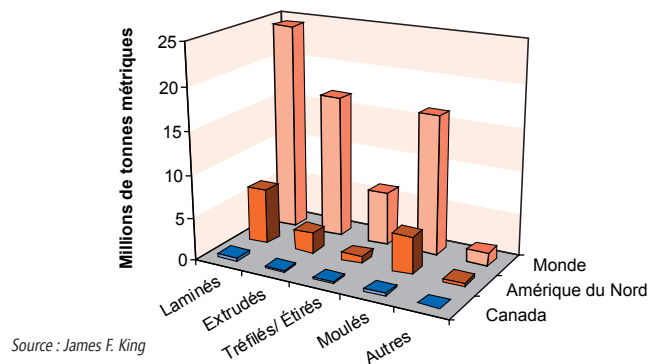
<sup>xi</sup> James F. King

<sup>xii</sup> Aluminum Statistical Review 2005

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Pour 2015, on prévoit que la production mondiale de produits semi-finis devrait représenter plus de 66 millions de tonnes, alors que celle du Canada devrait équivaloir à environ 1,4 million de tonnes (voir Figure 13). Pour cette période, **la production canadienne de produits de type semi-fini devrait représenter moins de 10 % de la production nord-américaine.**

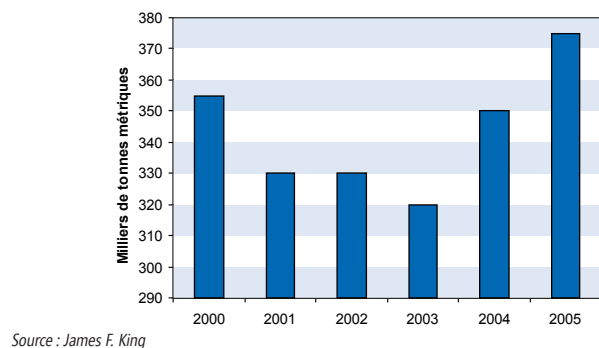
Figure 13: Prévission de la production de produits semi-finis 2015



## 5.2.1 PRODUITS LAMINÉS

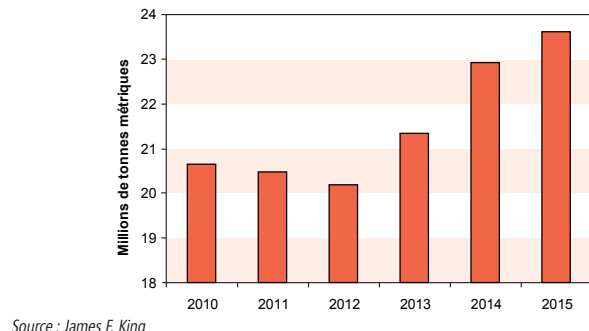
Le laminage de l'aluminium est l'amincissement d'une plaque épaisse. D'abord préchauffée afin de l'amollir et de l'homogénéiser, la plaque est, par la suite, soumise à un va-et-vient répété entre des cylindres compresseurs qui se resserrent à chaque passe, l'amincissant et l'allongeant sans en modifier sa largeur. Le procédé se poursuit couramment à froid et amène graduellement la plaque à l'état de tôle plus ou moins épaisse.

Figure 14: Production de produits laminés au Canada



**En 2005, le Canada a produit 375 000 tonnes de produits laminés** comme l'illustre la Figure 14, alors que la production mondiale s'est élevée à 16,1 millions de tonnes métriques. Le Canada a eu une croissance 3 fois moins rapide que celle de la production mondiale qui a été de l'ordre de 51,3 % et a ainsi produit 1,6 % de la production mondiale de produits laminés. Les 3 plus grands producteurs mondiaux pour 2005 sont les États-Unis (29 %), l'Allemagne (10,3 %) et le Japon (9,5 %). Le taux de croissance annuel composé de la production canadienne s'échelonnant entre 2006 et 2015 devrait être de 1,3 % comparativement à 3,1 % pour le monde, laissant présager que la situation devrait rester telle quelle dans le futur. La production mondiale devrait être de 23,6 millions de tonnes en 2015 (voir Figure 15).

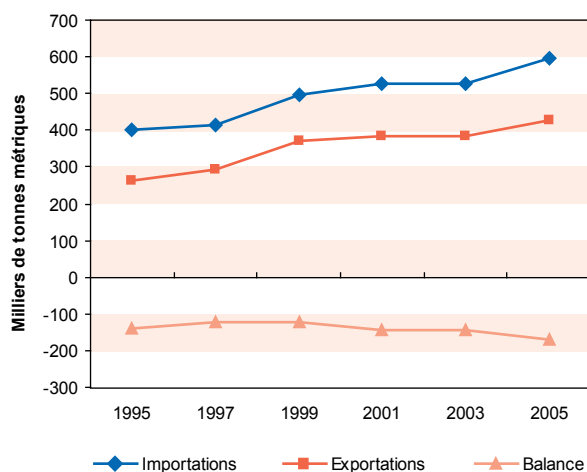
Figure 15: Prévissions mondiales de produits laminés 2010-2015





**Le Canada demeure un importateur de produits laminés.** Il est à noter que la gamme des produits exportés ne correspond pas à la gamme des produits importés, qui est beaucoup plus vaste. En 2005, l'écart entre les exportations et les importations était de l'ordre de 169 000 tonnes métriques (voir Figure 16).

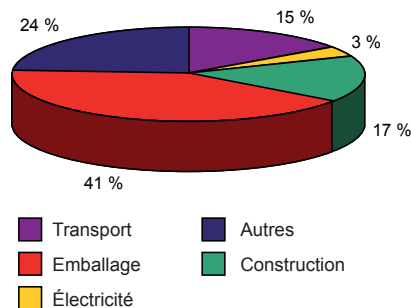
Figure 16: Importations et exportations canadiennes de produits laminés 1995-2005



Source : James F. King

Du point de vue de la consommation mondiale, les produits laminés sont majoritairement utilisés par l'industrie de l'emballage et de celle des autres marchés (voir Figure 17).

Figure 17: Consommation mondiale des produits laminés par marché - 2005



Source : James F. King

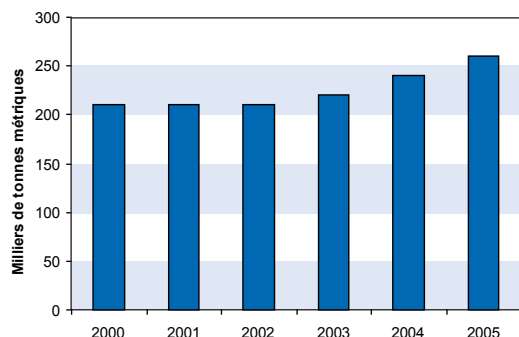
### 5.2.2 PRODUITS EXTRUDÉS

L'extrusion consiste à presser une billette préalablement chauffée dans une filière d'acier. L'aluminium est façonné sur toute sa longueur selon le profil de la filière. Pour acquérir des tuyaux extrudés et des profilés creux, on place un mandrin dans l'ouverture de la filière. Contraint entre le mandrin et la filière, l'aluminium prend la forme du mandrin à l'intérieur et la forme de la filière à l'extérieur.

**Au Canada, la production de produits extrudés s'élevait à 260 000 tonnes en 2005** (voir Figure 18). Le taux de croissance annuel composé du Canada a été de 3,6 % pour la période se situant entre 2000 et 2005. On constate donc un recul relativement important du taux de croissance de la production si l'on considère que le TCAC du Canada était de 10 % pour les années s'échelonnant entre 1995-2000. Les 3 plus grands producteurs mondiaux d'extrusion pour l'année de référence 2005 sont la Chine (27 %), les États-Unis (13 %) et le Japon (11 %). La Chine est le plus grand producteur ayant eu la plus grande croissance depuis l'an 2000 avec un TCAC de 16,2 % comparativement aux 2 autres qui ont vu leur situation demeurer pratiquement la même.

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

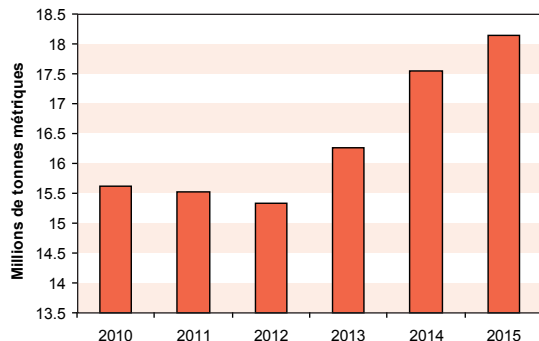
Figure 18: Production de produits extrudés au Canada



Source : James F. King

La production mondiale de produits extrudés devrait avoisiner les 18,1 millions de tonnes métriques en 2015 (voir Figure 19).

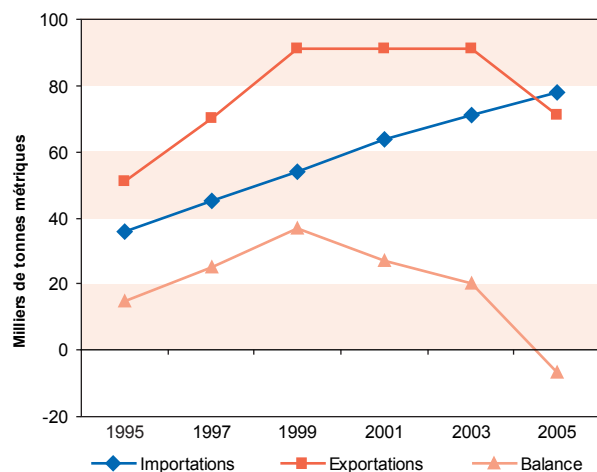
Figure 19: Prévisions mondiales produits extrudés 2010-2015



Source : James F. King

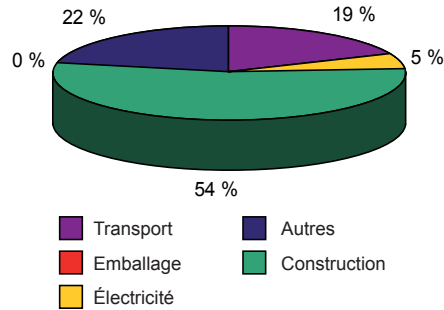
**Le Canada est devenu en 2005 un importateur de produits extrudés, situation qui s'est renversée dans les dernières années.** En 2005, la différence entre les exportations et les importations était de 7 tonnes métriques (voir Figure 20). Le taux de croissance annuel composé de la production canadienne s'échelonnant entre 2006 et 2015 devrait être de 2,4 % (supérieur au taux de croissance des produits laminés), ce qui est inférieur au TCAC de 3,6 % que l'on retrouvera à l'échelle mondiale.

Figure 20: Importations et exportations canadiennes de produits extrudés 1995-2005



Source : James F. King

Figure 21: Consommation mondiale des produits extrudés par marché - 2005



Source : James F. King

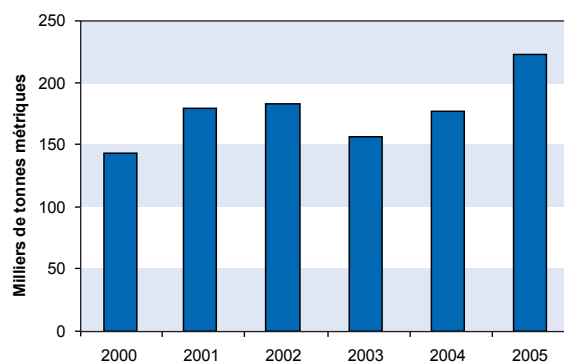
Mondialement, les produits extrudés sont majoritairement utilisés dans l'industrie de la construction. Les autres marchés ainsi que l'industrie du transport se partagent pratiquement le reste de la consommation (voir Figure 21).

### 5.2.3 PRODUITS MOULÉS

Le moulage est un procédé qui permet d'obtenir des produits de formes diverses en coulant l'aluminium en fusion dans des moules. Les principales techniques utilisées sont le moulage sous pression (haute ou basse), le moulage en coquille et le moulage au sable.

**En 2005, le Canada produisait 222 400 tonnes de produits moulés** (une augmentation de plus de 35 000 tonnes depuis 1997) (voir Figure 22), ce qui correspond à 2 % de la production mondiale qui atteint 10,9 millions de tonnes. Le taux de croissance annuel composé dans le secteur du moulage pour le Canada est passé de 9,5 % pour la période s'échelonnant entre 1993 et 1997 à 7,6 % pour la période de 2000 à 2005. Encore une fois, les États-Unis (22,8 %), la Chine (14,9 %) et le Japon (12 %) sont respectivement les 3 plus importants pays producteurs dans le secteur du moulage en 2005.

Figure 22: Production de produits moulés au Canada

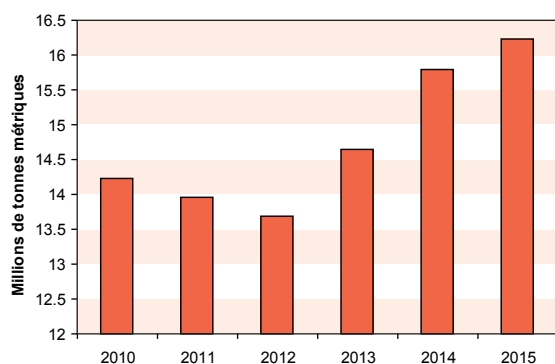


Source : James F. King

La Chine a vu sa croissance de la production de produits moulés exploser depuis l'an 2000 avec un TCAC de 12,6 % comparativement aux 2 autres pays qui ont vu leur situation stagner. **Le taux de croissance de la production chinoise devrait pratiquement doubler d'ici 2015.** Au niveau mondial, par contre, la production devrait passer de 14,2 millions de tonnes en 2010 à 16,2 millions de tonnes en 2015 (voir Figure 23), pour un taux de croissance de 2,2 %.

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Figure 23: Prévisions mondiales de produits moulés 2010-2015

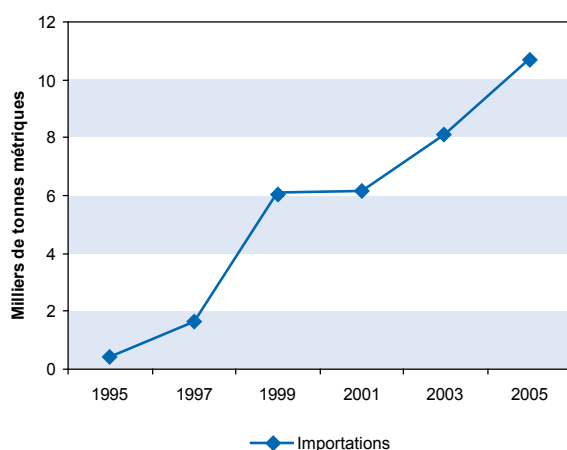


Source : James F. King

En 2015, le Canada devrait produire 370 000 tonnes métriques, ce qui équivaudra à 2,3 % de la production mondiale.

Les importations canadiennes de produits moulés ont eu un TCAC de 20,6 % pour la période allant de 1995-2005 (voir Figure 24). Les données concernant les exportations canadiennes n'étant pas disponibles, il est donc impossible de connaître avec certitude l'écart de la balance commerciale pour ce type de produits semi-finis.

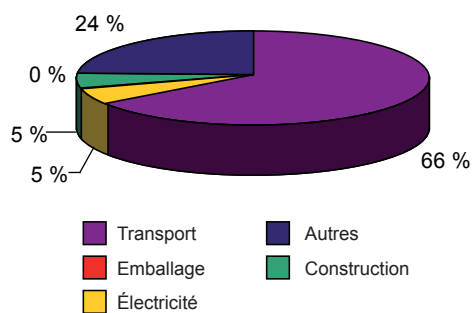
Figure 24: Importations canadiennes de produits moulés 1995-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

On retrouve principalement les produits moulés au sein de l'industrie du transport, qui représente 66 % de la consommation (voir Figure 25).

Figure 25: Consommation mondiale des produits moulés par marché - 2005



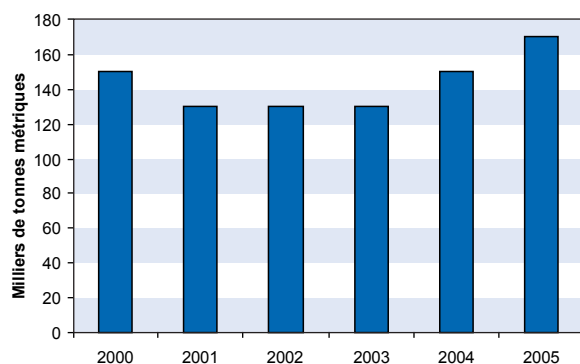
Source : James F. King

### 5.2.4 PRODUITS TRÉFILÉS/ÉTIRÉS

L'étirage et le tréfilage permettent de fabriquer le fil d'aluminium ainsi que des tubes et des barres. Ce procédé consiste à former et à réduire une ébauche en la faisant passer dans une filière de plus en plus petite, jusqu'à l'obtention du diamètre souhaité.

**En 2005, le Canada a produit 170 000 tonnes métriques de produits tréfilés/étirés** (voir Figure 26), alors que la production mondiale s'est élevée à 4,3 millions de tonnes métriques. La production canadienne est demeurée la même pour la période s'échelonnant de 2001 à 2003, mais représentait quand même 3,9 % de la production mondiale en 2005.

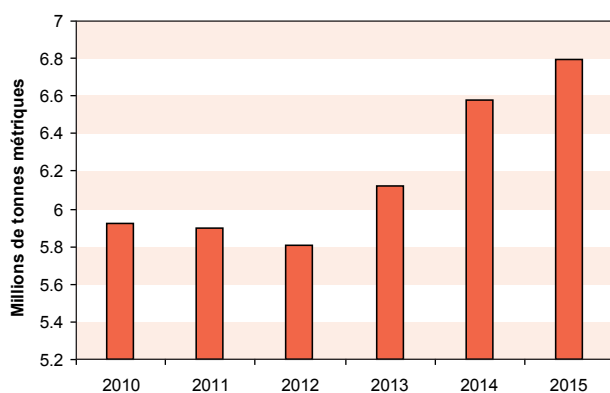
Figure 26: Production de produits tréfilés/étirés au Canada



Source : James F. King

Les 3 plus grands producteurs mondiaux en 2005 de produits tréfilés/étirés sont la Chine (39,2 %), les États-Unis (11,9 %) et la Russie (6,9 %), alors que le Canada se situe en 5<sup>e</sup> place. En 2015, la production mondiale devrait être de l'ordre de 6,8 millions de tonnes métriques et la Chine responsable de 44,8 % de cette production (voir Figure 27).

Figure 27: Prévisions mondiales produits tréfilés/étirés 2010-2015

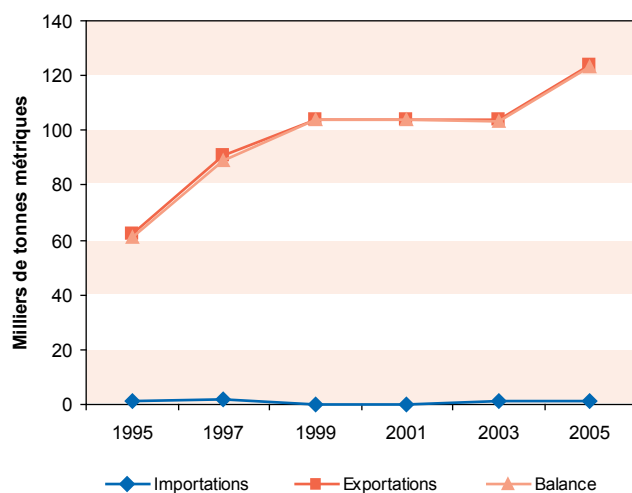


Source : James F. King

**Le Canada est un exportateur de produits tréfilés/étirés.** En 2005, l'écart entre les exportations et les importations était de l'ordre de 187 475 tonnes métriques, comparativement à 42 175 tonnes métriques 10 ans auparavant (voir Figure 28). Le taux de croissance annuel composé de la production canadienne s'échelonnant entre 2006 et 2015 devrait être de 1,4 % comparativement à 3,5 % mondialement.

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

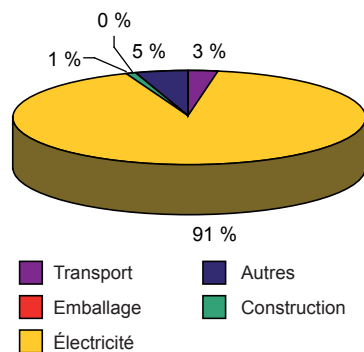
Figure 28: Importations et exportations canadiennes de produits tréfilés/étirés 1995-2005



Source : James F. King

La majeure partie de la production des produits tréfilés/étirés est destinée au domaine de l'électricité, qui est responsable de 91 % de la consommation (voir Figure 29).

Figure 29: Consommation mondiale des produits tréfilés/étirés par marché - 2005



Source : James F. King

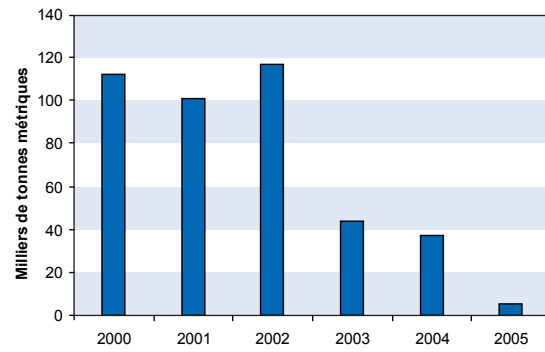
## 5.2.5 AUTRES TYPES DE PRODUITS

Les poudres, les pâtes et les produits forgés en aluminium composent la section des autres types de produits. L'information actuelle étant peu détaillée pour ces produits, cette section présente de l'information sommaire.

En général, **le Canada a produit 5 000 tonnes d'autres produits en 2005** (voir Figure 30), cela représentant 0,6 % de la production mondiale, qui est de 780 000 tonnes métriques. Les prévisions futures indiquent que la production canadienne devrait obtenir un TCAC de 1,6 % pour 2010-2015, comparativement à 2,4 % pour le monde, pour cette même période. La production totale mondiale devrait être aux environs de 1,3 million de tonnes en 2015 (voir Figure 31).

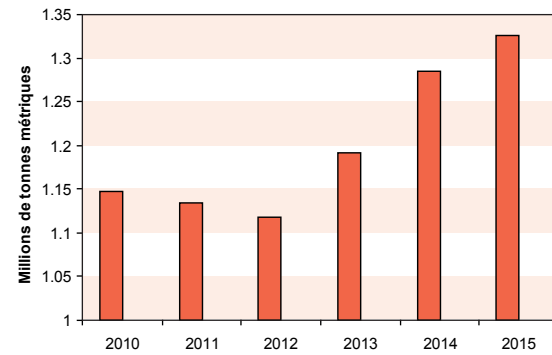


Figure 30: Production d'autres produits au Canada



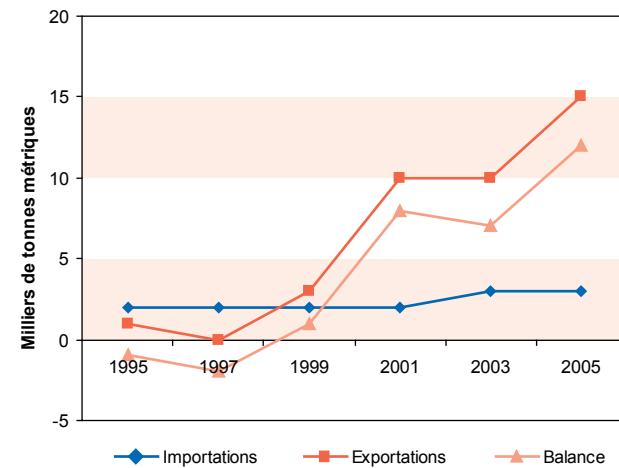
Source : James F. King

Figure 31: Prévisions mondiales autres produits 2010-2015



Source : James F. King

Figure 32: Importations et exportations canadiennes des autres produits semi-finis 1995-2005

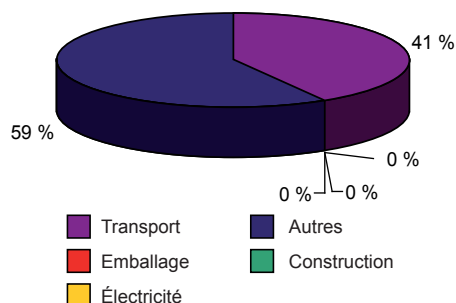


Source : James F. King

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Comme le démontre la Figure 33, les autres types de produits sont majoritairement utilisés dans les autres marchés et dans l'industrie du transport.

Figure 33: Consommation mondiale des autres produits par marché - 2005

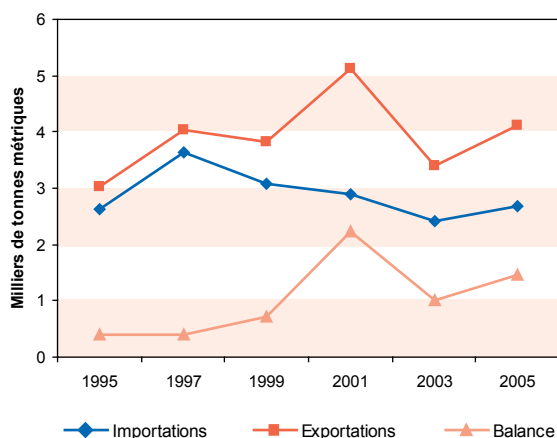


Source : James F. King

## 5.2.5.1 POUDRES ET LES PÂTES

Les poudres d'aluminium sont des agrégats de particules distinctes d'aluminium de moins de 1,000 microns. La réalisation de pâte d'aluminium consiste à mélanger des poudres ou des flocons d'aluminium avec un diluant ou un liant. Les poudres et les pâtes sont principalement utilisées dans l'industrie de la peinture et des explosifs.

Figure 34: Importations et exportations canadiennes de poudres et pâtes 1995-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

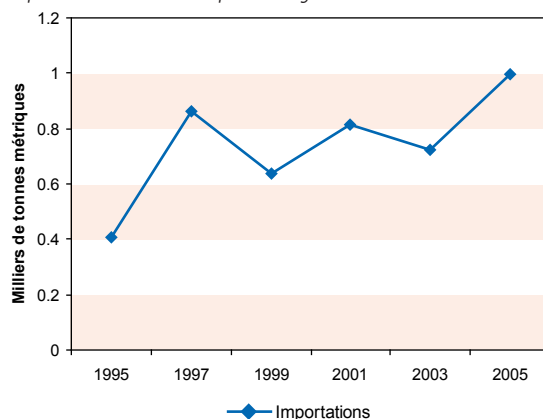
**Le Canada est un exportateur de pâtes et de poudres d'aluminium** et a connu un taux de croissance annuel composé de l'ordre de 2,6 % entre 1995 et 2005. En 2005, plus de 4,1 millions de tonnes métriques de poudres et de pâtes d'aluminium ont été exportées, comparativement à des importations de 2,6 millions tonnes métriques (voir Figure 34). Depuis 1995, on dénote une augmentation des exportations de ce type de produits de plus de 35 %.

## 5.2.5.2 PRODUITS FORGÉS

Le forgeage permet de former une pièce d'aluminium dans une matrice à partir d'un pion métallique chaud. Durant cette opération, une ébauche adopte sous pression la forme d'une matrice. Les produits forgés sont principalement utilisés dans l'industrie automobile et dans l'industrie aérospatiale.

**En 2005, le Canada a importé 997 tonnes métriques de produits d'aluminium forgés.** Cela représente un taux de croissance annuel composé des importations de ce type de produits semi-finis de l'ordre de 7,5 % depuis 1995. Les données concernant la production canadienne ainsi que les données relatives aux exportations canadiennes n'étant pas disponibles, il est donc difficile de bien évaluer le marché canadien des produits forgés. Toutefois, force est de constater que leur utilisation est de plus en plus courante et en augmentation tel que le démontre la Figure 35.

Figure 35: Importations canadiennes de produits forgés 1995-2005

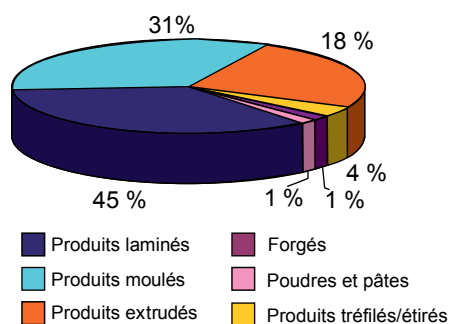


Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

### 5.2.6 EN RÉSUMÉ

Malgré le fort accroissement de la production en provenance de l'Asie, **les États-Unis ainsi que le Canada demeurent des joueurs de premier plan dans la production des divers types de produits semi-finis**. La complémentarité des productions ainsi que la proximité géographique font en sorte que l'Amérique du Nord est un compétiteur de taille dans les secteurs ayant les productions les plus importantes : les produits laminés, les produits extrudés et les produits moulés (voir Figure 36). **La production nord-américaine pour 2005 représente donc 11,6 millions de tonnes métriques.**

Figure 36: Distribution de la production des produits semi-finis d'aluminium pour l'Amérique du Nord en 2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

### 5.3 ÉQUIPEMENTIERS ET FOURNISSEURS SPÉCIALISÉS DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Les données recueillies dans le cadre des activités de la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium* sont tirées de quelques magazines spécialisés tels que Light Metal Age, Modern Casting, etc. et du sondage réalisé durant le projet de la CRT. Cet échantillonnage est plutôt faible, mais nous le croyons représentatif. Il est difficile, voire impossible, d'obtenir une vision juste pour l'ensemble des équipementiers et des fournisseurs spécialisés, car ils sont trop nombreux et couvrent trop de domaines. Nos recherches permettent toutefois de tracer un **portrait général de cette industrie** et de pouvoir définir quelques **grandes tendances**. Nous nous limitons donc aux équipementiers et aux fournisseurs spécialisés qui se définissent et s'identifient par le matériau aluminium et son industrie.

On dénombre **trois grands champs d'intervention** pour les équipementiers et fournisseurs spécialisés de l'industrie de l'aluminium, soit :

- la production primaire
- la production secondaire et la refonte (sans les fonderies de pièces)
- la transformation (mise en forme en produits semi-finis)

# 5

## SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Chacun de ces champs d'intervention peut être redéfini en plusieurs champs spécifiques et ainsi faire appel à une multitude de produits et/ou équipements spécialisés.

Le secteur de la **production primaire** comprend **les centres de bauxite et d'alumine, les centres de produits carbonés et anodiques, les salles de cuves, les centres de coulée primaire.**

Le secteur de la **production secondaire et de la refonte**, quant à lui, englobe **plus de 55 marchés spécialisés divers.** Ce secteur englobe les **centres de coulée indépendants, les centres de recyclage de canettes et les recycleurs de rebuts.** Les produits de ce secteur se retrouvent sous forme de lingots de laminage, de billettes d'extrusion ou de lingots de refonte, de rouleaux de tôle épaisse ou de rouleaux de tiges.

Le secteur de la **transformation**, soit la **mise en forme de produits semi-finis**, peut être divisé en **quatre grands secteurs.** On retrouve approximativement **67 marchés reliés à l'extrusion, 71 en liens directs avec le laminage, 7 destinés au moulage et 1 pour le tréfilage/étirage.**

Il est aisé de constater toute la complexité et la diversité pouvant s'offrir aux équipementiers et aux fournisseurs spécialisés canadiens comme domaines d'affaires dans un éventail de technologies toutes liées à un seul matériau.

### 5.3.1 PLACE DES ÉQUIPEMENTIERS CANADIENS

**Plus d'une quarantaine d'équipementiers et de fournisseurs spécialisés canadiens se positionnent avantageusement sur l'échiquier mondial de l'industrie de l'aluminium.** En raison de la proximité des marchés et de la présence de longue date de l'aluminium au Canada, une multitude d'entreprises peuvent aspirer, dans les prochaines années, à venir accroître le nombre des équipementiers reconnus mondialement et ainsi exporter leur savoir-faire et leur expertise.

Mondialement, les équipementiers canadiens et les fournisseurs spécialisés se font de plus en plus présents. Au plan de la production primaire, nous avons trouvé une représentativité relative de 13 % en nombre de compagnies listées comme équipementiers ou fournisseurs par les magazines spécialisés. Le secteur de la production secondaire et de la refonte suit avec 10 % et on dénote un faible 5 % pour la présence des équipementiers au sein du marché de la transformation (mise en forme).

**L'exportation représente une opportunité de croissance sans égal pour les équipementiers canadiens, en raison de la multitude de projets d'alumineries et d'autres usines annoncées dans toutes les régions du globe.** En ordre d'importance, mentionnons le Moyen-Orient, l'Europe, l'Asie et l'Afrique qui verront leur capacité de production croître de manière intéressante à la suite de la construction de nouvelles usines et de la réfection d'alumineries existantes.

### 5.3.2 RÉSULTATS DU SONDAGE

Bien que cette *Carte routière technologique* soit complètement dédiée à la transformation de l'aluminium, nous ne pouvons passer sous silence certains résultats issus de notre sondage. Plus de **75 % des répondants au sondage ont exprimé divers commentaires** intéressants relativement aux champs de compétences des fournisseurs de biens et services dont les équipementiers font partie.

Lorsqu'ils ont à négocier avec un fournisseur de biens et services, 72 % des répondants disent rechercher **la meilleure solution globale**, c'est-à-dire qu'ils considèrent le prix, la qualité, le service après-vente et la fiabilité du fournisseur à répondre à leurs besoins particuliers. Les produits offerts au plus bas prix et le meilleur produit existant sur le marché ne récoltent, respectivement, que 17 % et 11 % des votes des spécialistes sondés.

La réflexion de plusieurs lecteurs sera d'affirmer que les Chinois exportent pourtant au plus bas prix par rapport à la quantité de produits dans les pays développés. Cela est vrai. Il existe présentement un paradoxe dans la grande entreprise. D'un côté, il y a la pression pour abaisser les coûts de production et, de l'autre côté, la pression pour améliorer la qualité du produit et maintenir la productivité des équipements et des ressources.



Quant aux **tendances techniques et aux enjeux** que l'on rencontre, lorsqu'on doit se porter acquéreur d'un équipement, on considère que les fournisseurs de biens et services devraient **améliorer leurs connaissances techniques des procédés** utilisés par leurs clients, devraient avoir **meilleure conscience des besoins techniques** du client et s'assurer que les **performances de l'équipement rencontrent ou surpassent les spécifications**. Cette tendance s'est confirmée lors de la tenue des ateliers de la CRT, plusieurs grands joueurs ont mentionné **le besoin que leurs fournisseurs s'impliquent très tôt par rapport aux activités de conception** afin d'offrir un produit ayant une valeur ajoutée intéressante et de conserver leur avantage compétitif.

La majorité des répondants considère que les **principaux avantages marketing et d'affaires** sont respectivement : la **conscience des besoins du client**, la **compréhension de processus d'élaboration du métal** et le **service technique après-vente**. Pour les répondants aux sondages, les enjeux et les tendances techniques sont directement liés aux avantages marketing et d'affaires qui font en sorte qu'ils choisiront un fournisseur plutôt qu'un autre.

Globalement, les **chaîons manquants** estimés par les spécialistes sont :

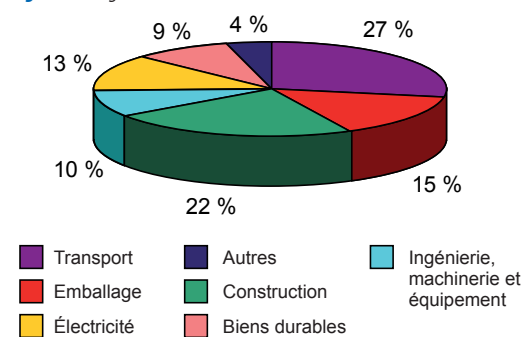
- La compréhension de la technologie et la facilité à répondre aux besoins du client
- La capacité à résoudre les problèmes
- Le niveau de connaissance, la formation et le service

Force est de constater qu'être équipementier ou fournisseur spécialisé demande un effort continu d'acquisition et de maîtrise des connaissances liées aux procédés et aux technologies tout en demeurant très près de son client et de ses besoins. **La performance et la fiabilité influencent plus les acheteurs d'équipements si l'on ne tient pas compte du prix**. Dans un contexte de mondialisation, les acheteurs s'attendent à ce que les équipementiers de la production et de la transformation, désireux de faire mieux relativement à leurs concurrents, **se rapprochent de leur clientèle**, et ce, par une meilleure compréhension de leurs besoins et par une implication, dès le début des phases d'ingénierie, et offrent une possibilité de personnalisation des équipements et un service après-vente de qualité.

#### 5.4 PRODUITS FINIS PAR MARCHÉ

La consommation mondiale d'aluminium touche l'ensemble des marchés par l'entremise d'une multitude de produits finis. **Trois grands secteurs de marchés se démarquent particulièrement, relativement à l'utilisation de l'aluminium, soit le transport, l'emballage et la construction** (voir Figure 37). La valeur totale des produits finis issus de ces trois marchés est de **190 milliards de dollars** américains approximativement. Ces produits, comme l'indique la Figure 38, se retrouvent principalement en Asie, en Amérique et en Europe. **La consommation mondiale de produits finis par marché a représenté 44,1 millions de tonnes métriques d'aluminium en 2005<sup>xiii</sup>**.

Figure 37: Segmentation des marchés mondiaux de l'aluminium 2005

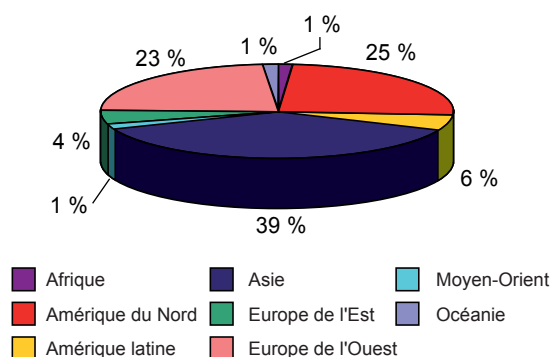


Source : James F. King

<sup>xiii</sup> James F. King

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

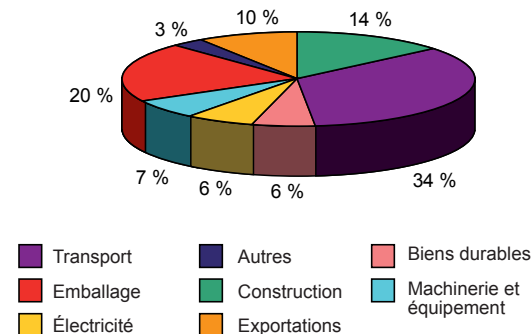
Figure 38: Localisation des marchés de l'aluminium 2005



Source : James F. King

**Au Canada et aux États-Unis, l'année 2005 a été caractérisée par des expéditions atteignant 11,6 millions de tonnes métriques<sup>xiv</sup>.** Les marchés les plus importants demeurent le transport, l'emballage et la construction et représentent plus de 68 % de la distribution (voir Figure 39). Le secteur du transport est le secteur ayant connu le plus haut taux de croissance annuel composé avec 5,4 % depuis 2001.

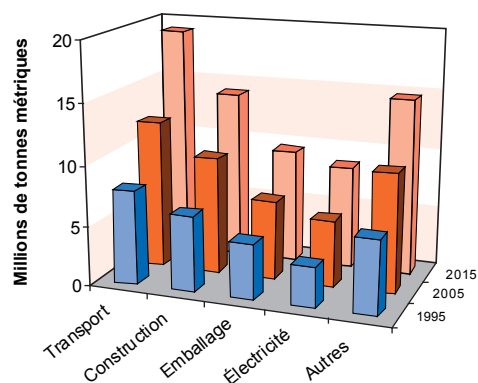
Figure 39: Production canadienne et américaine par marché 2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Bien que le transport soit le marché ayant la plus grande taille, tant au niveau mondial que pour le Canada et les États-Unis, des différences régionales majeures existent. Pour l'année de référence 2005, on constate que, pour le Canada et les États-Unis, l'emballage et la construction occupent respectivement la deuxième et la troisième place, alors qu'au niveau mondial leurs rangs sont inversés<sup>xv</sup>.

Figure 40: Évolution de la consommation mondiale par marché 1995-2015



Source : James F. King

<sup>xiv</sup> Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

<sup>xv</sup> Aluminum Statistical Review 2005 et James F. King



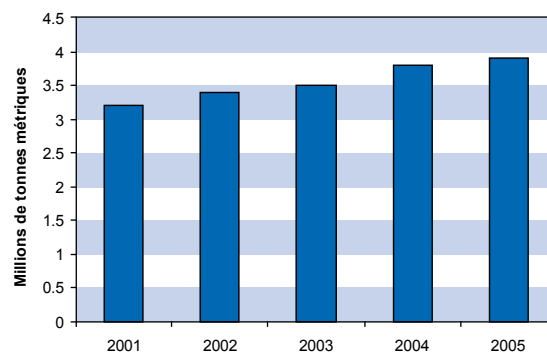
Comme le démontre la Figure 40, la consommation d'aluminium devrait continuer à augmenter de manière soutenue au fil des ans, et ce, pour l'ensemble des marchés. Le secteur de l'électricité aura un TCAC de 4,6 % pour cette période, ce qui représente le taux de croissance annuel composé le plus élevé pour l'ensemble des marchés et sera suivi du transport avec un TCAC de 4,3 %. **En 2015, l'Asie, en particulier, devrait consommer environ 2 fois plus de produits en aluminium que l'Amérique du Nord** avec un TCAC de 4,8 % depuis 2005<sup>xvi</sup>.

#### 5.4.1 MARCHÉ DU TRANSPORT

L'industrie du transport est le **secteur d'activité le plus important** relativement à l'utilisation de l'aluminium, avec **une part de marché mondial de plus de 27,9 %, soit avec 12,3 millions de tonnes métriques en 2005<sup>xvii</sup>**. Cette industrie comprend l'automobile et les véhicules utilitaires, les camions, les autobus, l'aviation commerciale, les équipements ferroviaires (trains), les navires et les bateaux de tous genres (incluant les produits récréatifs). En 2015, 19,1 millions de tonnes métriques d'aluminium devraient être incorporées à des produits reliés à l'industrie du transport.

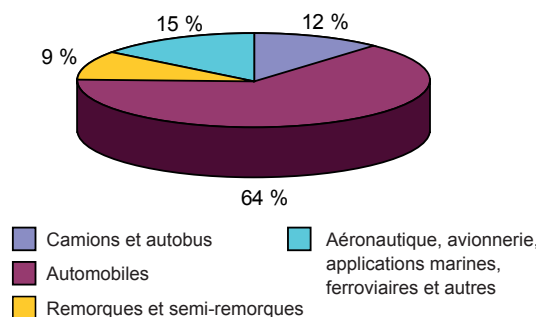
**Au Canada et aux États-Unis, le marché du transport représente 33,9 % de l'utilisation totale d'aluminium.** Le taux de croissance annuel composé de cette industrie représente 5,4 % depuis 2001, alors que la moyenne du marché de l'aluminium est de 2,9 %. Les livraisons de produits finis composés d'aluminium ont représenté plus de 3,9 millions de tonnes métriques en 2005, soit une augmentation de 2 % par rapport aux données de 2004 pour le Canada et les États-Unis (voir Figure 41)<sup>xviii</sup> et se répartissent dans 4 grands secteurs (voir Figure 42).

Figure 41: Croissance du marché du transport Canada et États-Unis 2001-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Figure 42: Segmentation du marché du transport aux États-Unis et au Canada 2005



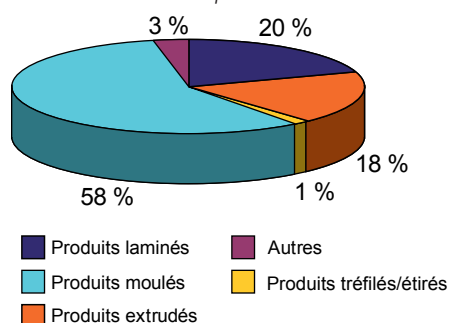
Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

<sup>xvi</sup> James F. King

<sup>xvii</sup> James F. King

<sup>xviii</sup> Aluminum Statistical Review 2005

Figure 43: Consommation mondiale des produits semi-finis dans le marché du transport - 2005



Source : James F. King

L'industrie du transport utilise majoritairement des pièces moulées en aluminium. Loin derrière suivent les produits laminés et les produits extrudés (voir Figure 43).

Notre sondage révèle que, dans le secteur du transport, **les tendances et enjeux autres que les prix des matériaux sont la légèreté des systèmes complets, les propriétés mécaniques des assemblages ainsi que la résistance à la corrosion<sup>xix</sup>**. Ces résultats proviennent de l'enquête menée auprès des 57 répondants reliés au domaine. Ces personnes, provenant principalement du Québec, de l'Ontario et des États-Unis, ont permis de mettre de l'avant les informations suivantes :

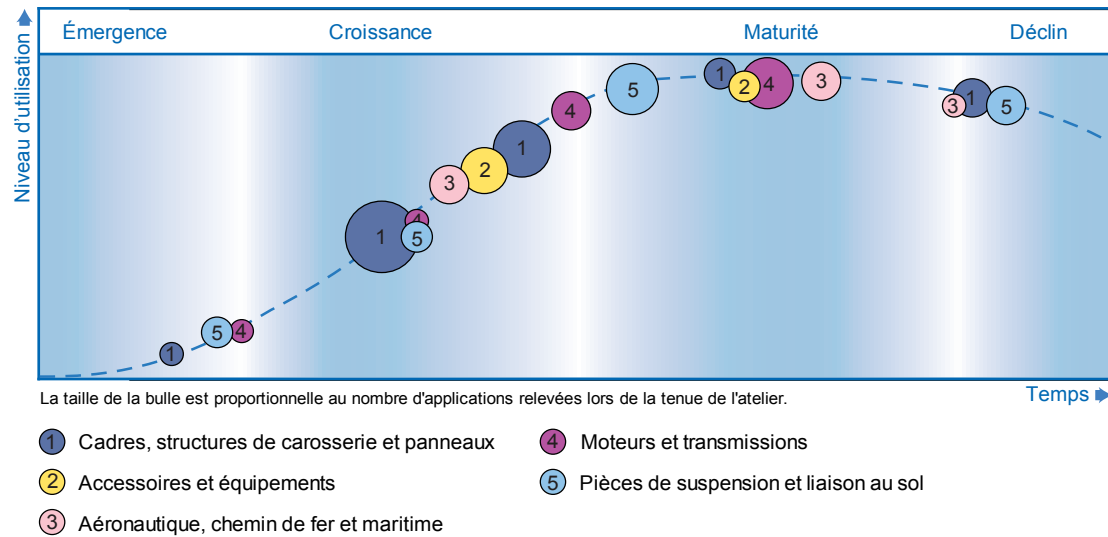
- Les **avantages marketing et d'affaires** les plus importants de ce marché sont directement liés au critère de sélection du matériau. La **légèreté**, la **résistance à la corrosion** ainsi que les **propriétés mécaniques** représentent les avantages qui facilitent la différenciation du produit auprès de la clientèle.
- Les **chaînon manquant**s sont également bien définis. De **meilleures connaissances en conception**, de même que des **technologies d'assemblage améliorées**, sont souhaitées dans tous les secteurs du transport. **De plus, en aéronautique, l'amélioration des propriétés mécaniques de l'aluminium représente toujours un besoin important.**
- Selon les types de marchés liés au transport, certains critères tels que l'aspect ou la mode prennent plus ou moins d'importance par rapport aux tendances et aux enjeux liés à l'utilisation de l'aluminium. Par exemple, les véhicules de plaisance sont fortement influencés par ces deux critères, alors que **la résistance au feu est propre aux trains.**
- L'**aluminium** est toujours considéré comme un **matériau de remplacement** avec de multiples possibilités pour l'industrie en général. **Dans l'aéronautique, il est toutefois devenu un matériau à remplacer en raison de l'augmentation importante de l'utilisation des matériaux composites.**
- Au niveau des **différences régionales mondiales**, on constate que **l'utilisation de l'aluminium dans l'industrie du transport est beaucoup plus développée en Europe qu'en Amérique du Nord**. Les consommateurs européens seraient plus sensibilisés aux avantages reliés à l'économie de poids, aux économies d'énergie et au recyclage.

## 5.4.1.1 CYCLE DE VIE DES PRODUITS

La tenue de l'atelier Transport, le 9 mai 2006 à Hamilton, Ontario, a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des produits reliés à ce marché. On dénote un bon niveau d'activité pour des applications en émergence et en croissance, particulièrement en ce qui concerne les cadres, les structures de carrosserie et les panneaux ainsi que dans le domaine des pièces de suspension et de liaison au sol (voir Figure 44).

<sup>xix</sup> Compilation des résultats du sondage

Figure 44: Cycle de vie des applications liées au domaine du transport



Source : Atelier Transport de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

Des produits tels que pare-chocs, cadres de véhicules lourds, structures pour climatiseur, enveloppes d'avions, blocs-moteurs diesel, CVT (continuous variable transmission) et des suspensions de sièges sont considérés comme **émérgents**.

En **croissance**, on retrouve des applications telles que cadres de véhicules de promenade, arbres de conduite, têtes de cylindres, panneaux de toit, berceaux, panneaux de plancher, coupe-feu et poutrelles de protection à l'impact.

Les boucliers thermiques, hayons arrière, infrastructures maritimes (quais et marinas), structures d'hélicoptères, pistons, moteurs d'alternateurs et moteurs sans manchons protecteurs sont vus comme des produits ayant atteint leur **maturité**.

Au **déclin**, on retrouve des applications telles que capots, portes et petits bateaux. Peu d'applications sont appelées à disparaître complètement, on doit donc trouver des manières de leur redonner des avantages compétitifs ou de revoir des façons de faire pour améliorer la productivité et ainsi réduire les coûts.

#### 5.4.1.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont également identifié des enjeux stratégiques reliés au domaine du transport que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, alliées à des considérations d'ordre socioéconomique.

De l'avis des participants, il faut **développer une approche systémique multimatériel** où l'aluminium occupe une place prépondérante, au lieu de chercher à intégrer encore plus l'aluminium lors des activités de conception. **La compréhension des possibilités de combinaison avec d'autres matériaux devient donc un enjeu de taille et nécessite la mise en place d'une structure fonctionnelle à la base.**

La **formation**, les **activités de spécialisation** et les **programmes de stages** de plusieurs spécialités reliées à l'ingénierie et aux procédés de fabrication devront prendre un virage orienté sur l'aluminium. Ces personnes ayant ainsi développés de **nouvelles qualifications** pourront, par la suite, intégrer ces connaissances liées à une approche systémique du matériau, aux activités de recherche et développement des organisations qui les emploieront.

Il sera donc plus facile d'**œuvrer en collaboration avec l'industrie** de la production primaire et des produits semi-finis et d'**intégrer les connaissances de chacun au processus de conception**. Chaque intervenant au projet aura donc la possibilité d'apporter concrètement des solutions et ainsi revitaliser les professions inhérentes à l'ingénierie.

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Il est également ressorti que **les petites organisations doivent travailler en collaboration et développer une synergie** qui leur permettra de relever ensemble les défis de la mondialisation. Un constat s'impose : **nous devons chercher à mieux contrôler nos technologies pour en venir à contrôler la situation et à développer des applications gagnantes.**

## 5.4.1.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

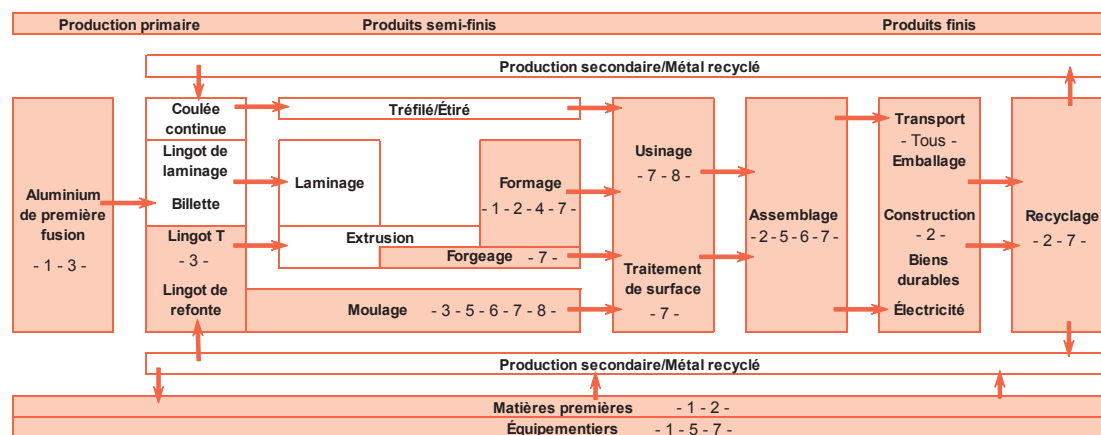
Plus d'une quarantaine de besoins et d'opportunités reliés au domaine du transport ont été recensés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Huit opportunités se sont particulièrement démarquées et ont été revues par des spécialistes, soit :

- |                  |   |
|------------------|---|
| <b>Transport</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Offrir des solutions intégrées aux constructeurs OEM</li> <li>2. Développer des solutions multimatériaux</li> <li>3. Mettre au point des alliages conçus pour la fabrication de moteurs diesels offrant une plus grande résistance mécanique et à la chaleur</li> <li>4. Développer des alliages à haute résistance présentant une excellente formabilité à bas prix</li> <li>5. Concevoir des structures plus légères pour les camions, les autobus et les véhicules récréatifs</li> <li>6. Développer des méthodes pour faire des pièces moulées de grandes dimensions à parois minces</li> <li>7. Réaliser une baisse des coûts substantielle pour les procédés de transformation de l'aluminium</li> <li>8. Améliorer la résistance à l'usure, la tribologie et la lubrification des surfaces en aluminium</li> </ol> |
|------------------|---|

Chacune de ces opportunités est définie dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés » et permet au lecteur de voir à quels marchés et technologies cette dernière se rattache. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également qualifiés. Cela aidera la prise de décision et permettra de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre aux besoins énoncés par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 45, ces projets ont des incidences sur la production primaire, les produits semi-finis, les produits finis et les plateformes technologiques. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités citées.

Figure 45: Domaines d'intervention des opportunités liées au marché du transport



Source : David M. Moore

## 5.4.1.4 DISCUSSION

Bien que l'imagination et la capacité d'innovation canadienne représentent des forces identifiées lors de la tenue de l'atelier Transport, tous les spécialistes se sont entendus pour affirmer que **la synergie est essentielle au développement et au maintien de l'industrie**. Les intervenants doivent, dès aujourd'hui, travailler main dans la

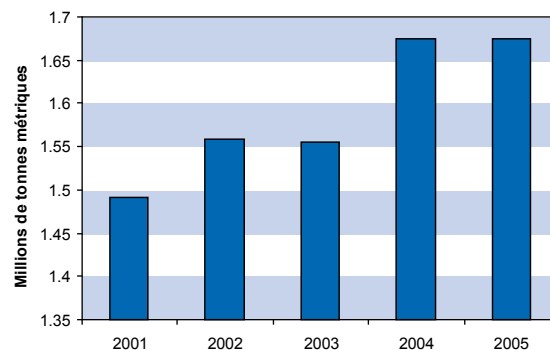
main à trouver des solutions et à adopter une approche systémique par rapport à leurs activités de conception. C'est en créant des rapprochements entre les différents maillons de la chaîne d'approvisionnement que la compétitivité et la valeur ajoutée des produits canadiens pourront faire une différence sur le plan mondial. Bien qu'il ne semble pratiquement plus subsister de barrières technologiques à utiliser l'aluminium, les ingénieurs, concepteurs et dessinateurs en pratique ne bénéficient pas assez de guides spécialisés dédiés entièrement à l'aluminium. Il faudrait démontrer, par l'exemple, les calculs et les applications possibles afin de favoriser l'utilisation du matériau. **La formation et l'éducation demeurent d'actualité et doivent faire partie des stratégies de déploiement qui seront mises en place dans le futur.**

#### 5.4.2 MARCHÉ DE LA CONSTRUCTION

La construction est un secteur d'utilisation courant de l'aluminium. On s'en sert dans la fabrication d'infrastructures, de produits architecturaux, de revêtements extérieurs ainsi que pour divers produits de construction. L'aluminium est de plus en plus utilisé dans la construction et la réfection de grandes structures comme les ponts et les édifices à des fins de mise aux normes dans le but de respecter les capacités de charge. Le secteur de la construction compte pour **22 % de la consommation mondiale des produits semi-finis** en 2005, soit 9,7 millions de tonnes métriques. En 2015, la consommation reliée à l'industrie de la construction devrait atteindre 13,9 millions de tonnes métriques<sup>xx</sup>.

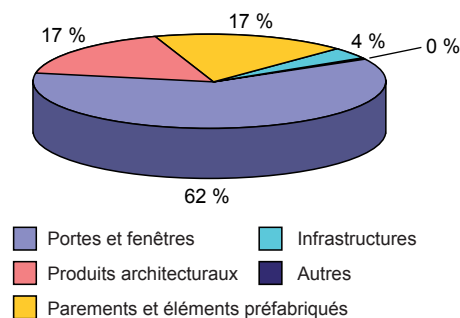
**Au Canada et aux États-Unis, le marché de la construction est responsable de 14,4 % de l'utilisation totale d'aluminium.** Le TCAC de cette industrie correspond à 3 % pour la période 2001-2005, alors que la moyenne du marché de l'aluminium est de 2,9 %. Les livraisons de produits finis composés d'aluminium ont représenté plus de 1,6 million de tonnes métriques en 2005, ce qui constitue une légère augmentation de 0,5 % par rapport aux données de 2004 pour le Canada et les États-Unis (voir Figure 46)<sup>xxi</sup>. La Figure 47 précise la segmentation du marché de la construction en grands secteurs et définit leur ordre d'importance. L'industrie des portes et fenêtres s'accapare 62 % des parts de marché du secteur de la construction.

Figure 46: Croissance du marché de la construction au Canada et aux États-Unis 2001-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Figure 47: Segmentation du marché de la construction aux États-Unis et au Canada 2005

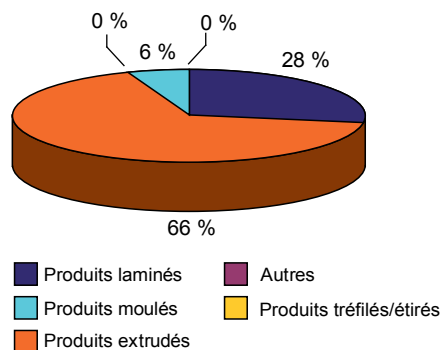


Source : Aluminum Statistical Review for 2005

<sup>xx</sup> James F. King

<sup>xxi</sup> Aluminum Statistical Review 2005

Figure 48: Consommation mondiale des produits semi-finis dans le marché de la construction 2005



Source : James F. King

Tel que le démontre la Figure 48, les produits extrudés sont les plus utilisés dans le domaine de la construction avec 66 % d'utilisation. Seuls les produits laminés, avec 28 % d'utilisation ont également une part de marché intéressante dans ce domaine.

Les tendances futures prévoient que **l'Asie demeurera le plus grand consommateur de produits dédiés à l'industrie de la construction en aluminium et connaîtra une croissance de sa consommation de 58,3 % d'ici 2015**. L'Amérique du Nord, quant à elle, conservera sa 3<sup>e</sup> place avec une croissance d'environ 2 % par année sur une période de 10 ans.

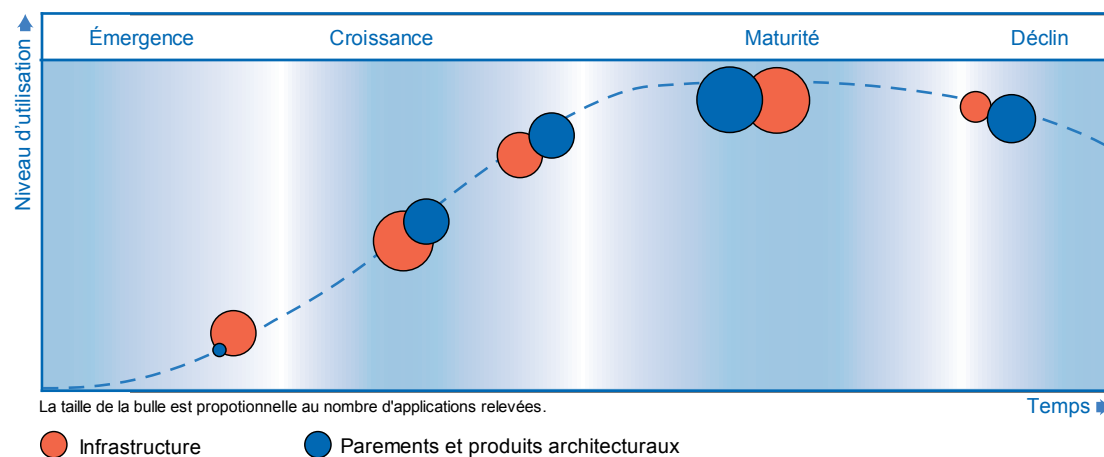
Le sondage de la CRT montre que, pour le secteur de la construction, **les tendances et les enjeux autres que les prix des matériaux sont le rendement énergétique pour les bâtiments et la connaissance et l'acceptance des propriétés mécaniques de l'aluminium pour les concepteurs et les entrepreneurs**. Relativement aux **parements et produits architecturaux**, le premier critère est la **qualité du produit et le fini de surface** qui influencent les concepteurs. On retrouve en deuxième lieu la **résistance à la corrosion**. Un nombre de 32 répondants reliés au domaine de la construction, localisés principalement au Québec, aux États-Unis et en Ontario, nous ont fait ces affirmations. Les faits suivants ont également été mis de l'avant :

- Les **avantages marketing et d'affaires** diffèrent selon les sous-secteurs de marchés. Pour les infrastructures, les trois principaux avantages sont, dans l'ordre, la **résistance à la corrosion**, les **propriétés mécaniques** ainsi que la **légèreté**. Ce dernier vient également en troisième lieu pour les avantages liés aux **parements et aux produits architecturaux**, alors que les deux premiers critères sont respectivement **l'aspect du matériau** ainsi que sa **résistance à la corrosion**.
- En ce qui concerne les **chaînon manquant**, de **meilleures connaissances en conception**, de même que des **technologies d'assemblage améliorées**, sont souhaitées afin que l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium dans la construction puisse prendre son essor. Ces deux mêmes critères ont également été identifiés pour le secteur du transport. Une **plus grande gamme de tailles et de formes dans les produits** serait appréciée, en particulier par les entreprises œuvrant dans les parements et les produits architecturaux.
- L'aluminium est considéré comme un **matériau de remplacement**, car, selon l'avis des spécialistes, l'industrie de la construction ne sait pas encore exploiter pleinement ce matériau. Toutefois, pour ces raisons également, l'aluminium risque d'être remplacé par des produits moins coûteux si rien n'est fait pour permettre aux consommateurs de distinguer les avantages à choisir ce matériau.
- Quant aux **différences régionales mondiales**, les répondants pensent que l'utilisation de l'aluminium dans **l'industrie de la construction est beaucoup plus développée en Europe qu'en Amérique du Nord**. Ce constat est le même pour l'industrie du transport. Selon eux, les consommateurs sont plus sensibilisés aux avantages liés à la durabilité du produit et choisissent en fonction de l'aspect et de la qualité. On doit donc sensibiliser les consommateurs nord-américains si l'on veut offrir des produits destinés à cette partie du globe ou acquérir une expertise qui permettra aux entreprises canadiennes de mettre en marché des revêtements et des parements architecturaux en mesure de satisfaire les critères élevés des Européens. Actuellement, l'Asie ainsi que les pays considérés comme émergents ne semblent pas représenter des marchés à pénétrer, car l'aluminium est encore perçu comme un matériau dispendieux et les consommateurs doivent, encore une fois, être sensibilisés.

#### 5.4.2.1 CYCLE DE VIE DES PRODUITS

La réalisation de l'atelier du 31 mai 2006 à Montréal, Québec, portant sur les marchés de la construction a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des produits. **On remarque un niveau d'activité intéressant pour les applications en croissance autant pour les infrastructures que pour les parements et produits architecturaux.** Le nombre d'applications identifiées est similaire pour ces deux sous-secteurs de marché, mais il est possible de constater que plus d'applications en émergence au niveau des infrastructures ont été ciblées (voir Figure 49).

Figure 49: Cycle de vie des applications liées au domaine de la construction



Source : Atelier Construction de la Carte routière technologique de la transformation de l'aluminium

Les applications suivantes ont été identifiées comme **émergentes** : structures d'édifices, tours, structures de réfection de ponts, toitures, réservoirs pour le gaz naturel liquide, volets architecturaux haut de gamme (niveau canadien) et tuiles de toit.

En **croissance**, on retrouve des produits tels que ponts piétonniers, réservoirs à toits flottants pour l'industrie pétrochimique, grilles, diffuseurs et volets haut de gamme (international).

Les scènes, murs-rideaux d'usage commercial, sièges d'amphithéâtre, panneaux de signalisation, rampes, fenêtres commerciales, soffite, gouttières sont perçus comme des produits ayant atteint leur **maturité** en étant toujours très populaires.

Au **déclin**, on retrouve des applications telles que panneaux de signalisation autoroutiers, fenêtres résidentielles et certains produits de revêtement qui sont passés de mode.

#### 5.4.2.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont identifié les enjeux stratégiques liés au marché de la construction que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, jointe à des considérations d'ordre socioéconomique.

**Selon les participants, le manque de promotion et d'information sur les avantages de l'aluminium constituent les deux principaux freins à l'utilisation dans le domaine de la construction.** La perception du marché semble être que les produits en aluminium, comparativement à ceux en acier, n'ont pas connu d'amélioration de leurs propriétés dans les 20 dernières années.

**L'extrudabilité de l'aluminium le rend unique comme métal et représente son plus important avantage dans la construction** d'infrastructures par rapport aux économies de temps lors des étapes d'assemblage.

Toutefois, **il est toujours difficile de s'approvisionner en aluminium dans les délais requis par le client.** De plus, dans un ultime effort de compétitionner l'acier, certaines entreprises préfèrent offrir des produits de moindre qualité à un prix comparable aux produits fabriqués dans d'autres matériaux. Cette situation risque de donner l'impression au



# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

public que l'aluminium est un produit bon marché, sans avantages particuliers. On doit **augmenter la compétitivité de l'aluminium** par rapport à certains produits et valider la compétence de l'aluminium dans ses propres niches pour ainsi mettre en place des stratégies gagnantes. Cela permettra aux fabricants de produits destinés au marché de la construction de **mieux faire connaître leurs besoins auprès des grands producteurs**.

Selon les participants à l'atelier, **l'industrie pourrait mettre en place un réseau**, similaire à celui que l'on retrouve dans le domaine de l'acier. **En se dotant d'une vision commune, une stratégie de déploiement pourrait être établie pour les activités de lobbying et les activités de promotion de l'industrie**. On pourrait démontrer le bien-fondé d'utiliser l'aluminium et promouvoir ses avantages en parlant d'une seule voix, mais plus forte. Une meilleure représentativité au sein des comités nationaux augmenterait le rayonnement de l'industrie et permettrait la réalisation de projets à haute visibilité prouvant les avantages de l'aluminium. Les spécialistes du domaine auraient donc ainsi l'opportunité d'œuvrer conjointement sur des projets porteurs et de favoriser l'harmonisation des normes et des codes.

Cela ne peut se faire sans offrir aux professionnels de l'industrie de la formation d'appoint sur une base continue. Cela favoriserait le développement professionnel sur le plan de la théorie et de la pratique pour une meilleure utilisation du matériau.

Un effort considérable d'organisation doit être fait dans divers domaines et l'implication de l'ensemble des intervenants dans le monde de l'industrie est fondamentale pour le développement de ce marché.

## 5.4.2.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

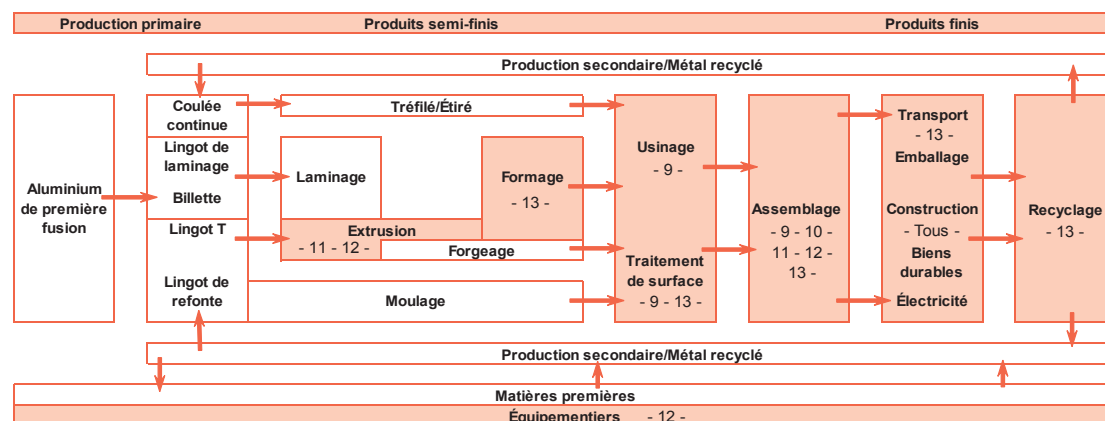
Environ une cinquantaine de besoins et d'opportunités reliés aux marchés de la construction ont été dénombrés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Cinq d'entre eux se sont spécialement démarqués et ont été remaniés par des spécialistes, soit :

- Construction**
9. Mettre à niveau des infrastructures civiles vieillissantes
  10. Offrir des structures modulaires facilement assemblables en chantier
  11. Offrir en commercialisation des profilés de grandes tailles
  12. Concevoir des logiciels de conception intégrés spécifique à l'aluminium
  13. Offrir un centre d'aide en conception aluminium

Ces opportunités sont définies dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés ». Il est donc possible, pour le lecteur, de voir à quels marchés et technologies ces dernières sont reliées. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également quantifiés. Cela, encore une fois, afin de faciliter la prise de décision des organisations et de permettre de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre aux besoins énoncés par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 50, ces projets ont des incidences sur les produits semi-finis, les produits finis et les plateformes technologiques. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités.

Figure 50: Domaines d'intervention des opportunités liées au marché de la construction



Source : David M. Moore

#### 5.4.2.4 DISCUSSION

Il est clair que le succès de l'aluminium dans le secteur de la construction au Canada passe par une meilleure promotion et une meilleure formation des décideurs. Cependant, les concepteurs sont aussi limités par les normes et les outils de conception disponibles. L'industrie de la transformation de l'aluminium doit se regrouper pour faire face à ce défi qui est de taille.

L'industrie a besoin d'être présente et de faire entendre sa voix sur les comités nationaux qui fixent les normes. Cela n'est pas possible s'il n'y a pas unité de corps. De même, l'industrie a besoin de synergie pour promouvoir les avantages de l'aluminium.

L'interaction des divers groupes formés selon leurs spécialités ou selon leurs situations géographiques permettra cette synergie.

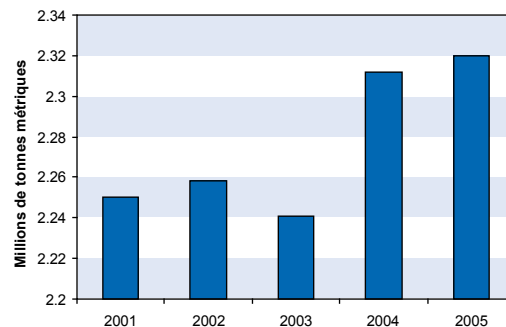
Finalement, la promotion à long terme passe par la formation des industries et par des outils de support à la conception. Tout cela ne sera pas entrepris par un groupe en particulier à moins d'une coordination de tous les acteurs concernés au Canada.

#### 5.4.3 MARCHÉ DES CONTENANTS ET DE L'EMBALLAGE

La feuille d'aluminium est très répandue dans le domaine de l'emballage de produits alimentaires où elle agit à la fois comme contenant et comme pellicule protectrice. Versatile, elle supporte aussi bien la chaleur que le froid et se stérilise facilement. C'est une excellente barrière contre les liquides, les vapeurs et la lumière. En plus de servir à l'emballage d'aliments, la feuille d'aluminium sert à l'emballage de différents produits pharmaceutiques et cosmétiques. Les contenants et les produits d'emballage représentent **15 % de l'ensemble de la consommation mondiale d'aluminium** de produits semi-finis, soit 6,6 millions de tonnes métriques. En 2015, 9,5 millions de tonnes métriques d'aluminium devraient être utilisés pour la production de produits reliés au secteur de l'emballage. Les produits laminés représentent 91 % des produits semi-finis incorporés<sup>xxiii</sup>.

**Au Canada et aux États-Unis, le marché des contenants et de l'emballage représente 20 % de l'utilisation totale d'aluminium.** Le TCAC est de 0,9 % pour la période 2001-2005, alors que la moyenne du marché de l'aluminium est de 2,9 %. Les livraisons de produits finis ont représenté plus de 2,3 millions de tonnes métriques en 2005, ce qui constitue une hausse minime de 0,3 % par rapport aux données de 2004 pour le Canada et les États-Unis<sup>xxii</sup> (voir Figure 51). **Les canettes représentent le produit fini le plus important dans le domaine de l'emballage, soit plus de 80 % du marché aux États-Unis et au Canada** (voir Figure 52).

Figure 51: Croissance du marché de l'emballage au Canada et aux États-Unis 2001-2005



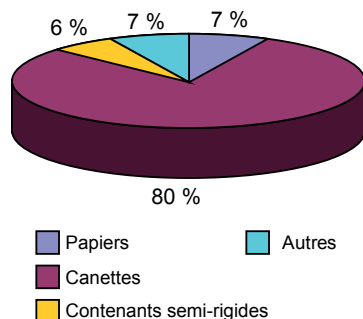
Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

<sup>xxii</sup> James F. King

<sup>xxiii</sup> Aluminum Statistical Review 2005

# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Figure 52: Segmentation du marché de l'emballage aux États-Unis et au Canada 2005



Source : Aluminium Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Le sondage de la CRT démontre que, pour le marché de l'emballage, **les tendances et les enjeux autres que les prix des matériaux sont la recyclabilité et la qualité de l'approvisionnement**. Relativement aux **produits semi-rigides**, le premier critère est la **qualité du produit** qui influence les concepteurs. On retrouve la **recyclabilité** pour les **canettes** et les **propriétés du matériel** pour les **feuilles**. Un nombre de 24 répondants, reliés au domaine de l'emballage provenant du Québec, des États-Unis et de l'Ontario, nous ont fait ces affirmations. Les items suivants ont aussi été mis de l'avant :

- Les **avantages marketing et d'affaires** varient légèrement selon les sous-secteurs de marchés, mais il est quand même possible de déterminer les trois plus importants d'une manière globale. Il s'agit donc, dans l'ordre, des **propriétés physiques et mécaniques**, de la **recyclabilité** et de la **légèreté**. Le recyclage est toutefois l'avantage le plus important pour les canettes, tandis que les propriétés sont importantes pour le sous-secteur de marché « Feuille ».
- Pour les **chaînon manquant** : de **meilleures propriétés mécaniques**, une **plus grande gamme de tailles et de formes** ainsi que de **meilleures connaissances en conception** sont désirées afin que l'industrie puisse continuer à se développer.
- L'aluminium est considéré autant comme **un matériau de remplacement qu'un matériau à remplacer**. Tout dépend des applications et du continent où sont distribués les produits. Par exemple, en Amérique du Nord le plastique gagne du terrain, tandis qu'en Chine et en Inde le marché de l'aluminium est énorme. La venue des bouteilles en aluminium en fait un matériau de remplacement et facilite le recyclage de ce type de contenants.
- Au sujet des **différences régionales mondiales**, on dénote que **le marché nord-américain des contenants et de l'emballage est dominé par la canette à breuvage, alors que l'Europe mise sur une plus grande diversité de produits**. Toutefois, on constate que ces marchés commencent à se mélanger et que certains produits traversent les frontières plus rapidement que d'autres.

## 5.4.3.1 DISCUSSION

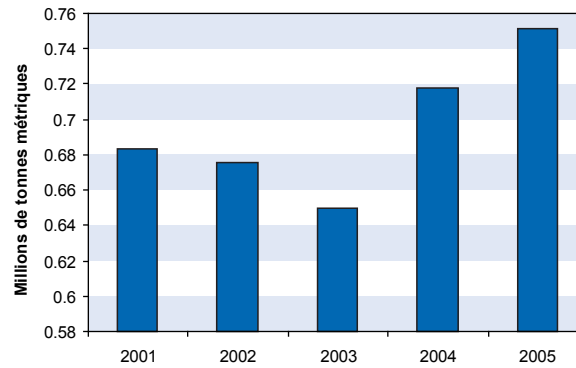
Bien qu'étant, en 2005, la plus grande consommatrice de produits reliés à l'emballage, l'Amérique du Nord est la région ayant connu le plus faible taux de croissance annuel composé dans la période se situant entre 1995 et 2005. D'ici 2015, une croissance de l'ordre de 23,6 % devrait lui permettre de conserver son titre de plus grande consommatrice. Toutefois, avec des TCAC prévus de 5,2 % et 5,1 % respectivement, l'Asie et l'Europe de l'Est devraient s'approprier des parts de marchés intéressantes avec la venue d'une plus grande diversité de produits.

## 5.4.4 MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ

Depuis la Seconde Guerre mondiale, l'aluminium a remplacé le cuivre comme principal matériau des lignes de transmission à haute tension et son utilité, encore de nos jours, est incontestée. L'aluminium demeure le moyen le plus économique de transmettre la puissance électrique : à poids égal, il transporte deux fois plus d'électricité que le cuivre. On l'utilise dans la mise en place des lignes de transmission, dans la construction des tours de transmission et d'accessoires divers. Le secteur de l'électricité **représente 13 % de la consommation mondiale d'aluminium**, soit 5,5 millions de tonnes métriques du matériau. Pour 2015, on prévoit utiliser 8,6 millions de tonnes métriques d'aluminium.

**Au Canada et aux États-Unis, le secteur de l'électricité correspond à 6,5 % de l'utilisation totale d'aluminium.** Le TCAC de cette industrie correspond à 2,6 % pour la période 2001-2005, alors que la moyenne du marché de l'aluminium est de 2,9 %. Les envois de produits finis ont représenté plus de 0,7 million de tonnes métriques en 2005, ce qui constitue une augmentation des livraisons de 4,7 % par rapport aux données de 2004 pour le Canada et les États-Unis.<sup>xxiv</sup> (voir Figure 53).

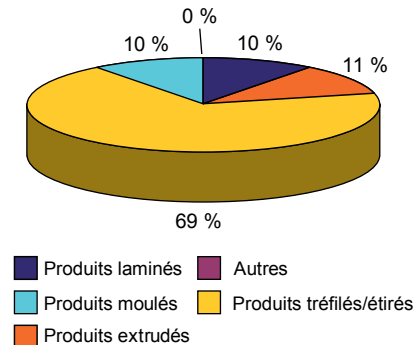
Figure 53: Croissance du marché de l'électricité au Canada et aux États-Unis 2001-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Bien évidemment, les produits tréfilés/étirés sont massivement utilisés dans le domaine de l'électricité (voir Figure 54).

Figure 54: Consommation mondiale des produits semi-finis dans le marché de l'électricité - 2005



Source : James F. King

Le sondage de la CRT stipule que, pour le secteur de l'électricité, **les tendances et les enjeux autres que les prix des matériaux sont les économies de poids et l'efficacité énergétique.** Un nombre de 18 répondants, reliés au domaine de l'électricité, provenant en majorité du Québec et des États-Unis, se sont penchés sur la question. Les faits suivants ont également été mis en lumière:

- Les trois principaux **avantages marketing et d'affaires** sont, dans l'ordre, les **propriétés mécaniques et physiques**, la **légèreté** et la **résistance à la corrosion**.
- Relativement aux **chaînon manquant**s, de **meilleures propriétés physiques (densité de courant)**, de **meilleures connaissances en conception et des technologies d'assemblage améliorées** sont voulues.
- L'aluminium est considéré comme un **matériau de remplacement**, car, selon l'avis des spécialistes, les possibilités de remplacement du cuivre sont toujours élevées.

<sup>xxiv</sup> Aluminum Statistical Review 2005

- Quant aux **différences régionales mondiales**, on note qu'il y a peu de différences entre les continents. L'utilisation de l'aluminium dans le marché de l'électricité est essentiellement dictée par les propriétés physiques du matériau. Les normes sont très strictes, donc les alliages et les produits sont similaires partout.

## 5.4.4.1 DISCUSSION

Le secteur de l'électricité devrait prendre une place de plus en plus prépondérante dans les années à venir et **l'Asie sera un consommateur très important suivi par l'Europe de l'Ouest**. Bien que les propriétés de l'aluminium en fassent un matériau de choix pour ce marché, l'innovation devra demeurer au cœur des préoccupations des concepteurs afin de supplanter l'utilisation du cuivre qui demeure toujours élevée.

## 5.4.5 MARCHÉ DES AUTRES PRODUITS FINIS

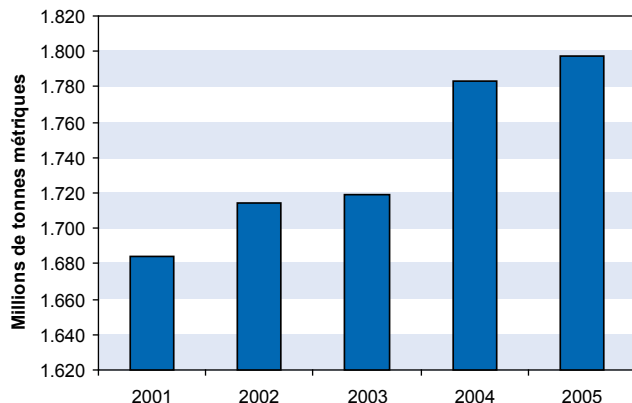
L'aluminium est utilisé dans une multitude d'autres secteurs comme les **biens de consommation** (constitués en majeure partie par les climatiseurs, congélateurs et réfrigérateurs) (9 %), **l'ingénierie, la machinerie et les équipements lourds** (10 %) et les **autres produits** (4 %). Dans l'ensemble, **ces marchés représentent 23 % de la consommation mondiale d'aluminium** pour 9,9 millions de tonnes métriques d'aluminium. En 2015, l'utilisation d'aluminium devrait être de 12,8 millions de tonnes métriques. La répartition s'effectue comme suit : 6,4 millions de tonnes métriques pour des produits reliés à l'ingénierie, la machinerie et les équipements, 5,7 millions de tonnes métriques pour des produits reliés aux biens de consommation durables et 2,6 millions de tonnes métriques d'aluminium pour les autres types de produits.

**Au Canada et aux États-Unis, le marché total des autres produits finis correspond à 15,5 % de l'utilisation d'aluminium** (6,1 % pour les biens de consommation durables, 6,5 % pour la machinerie et les équipements et 2,9 % pour des produits divers). La Figure 59 démontre, en pourcentage, la répartition de ces marchés.

Le TCAC des autres marchés de l'industrie canadienne et américaine est de 3 % pour la période 2001-2005, alors que la moyenne du marché de l'aluminium est de 2,9 %. Le sous-secteur ayant le plus haut taux de croissance annuel composé est l'ingénierie, la machinerie et les équipements avec 3,7 %. Il est suivi par les biens de consommation qui ont un TCAC de 2,4 %. L'ensemble des autres biens a un TCAC de -2,2 %.

Les livraisons totales de produits finis composés d'aluminium ont représenté plus de 1,8 million de tonnes métriques en 2005, ce qui constitue une augmentation des livraisons de 0,8 % par rapport aux données de 2004 pour le Canada et les États-Unis.<sup>xxv</sup> (voir Figure 55). Le secteur de la machinerie et des équipements compte 0,75 million de tonnes métriques de livraisons (voir Figure 57), les biens de consommations durables, 0,7 million de tonnes métriques (voir Figure 56) et les autres produits ont un tonnage de 0,3 million (voir Figure 58). Cela équivaut à une augmentation des livraisons de 3,4 % pour la machinerie et les équipements, une diminution de 1,5 % pour les biens de consommation et une diminution de 10,5 % pour l'ensemble des autres biens.

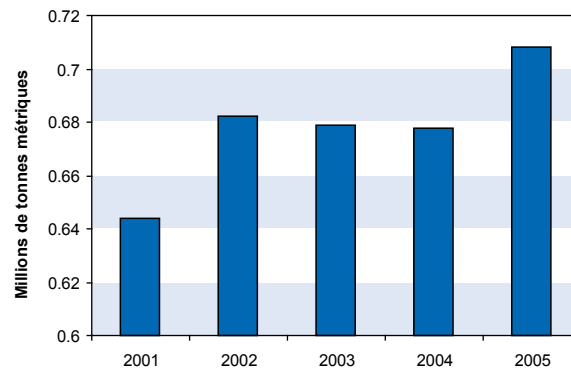
Figure 55: Croissance du total des autres marchés au Canada et aux États-Unis 2001-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

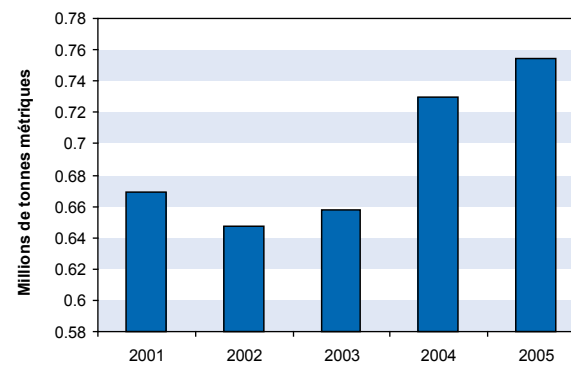
<sup>xxv</sup> Aluminum Statistical Review 2005

Figure 56: Croissance du marché des biens de consommation durables au Canada et aux États-Unis 2001-2005



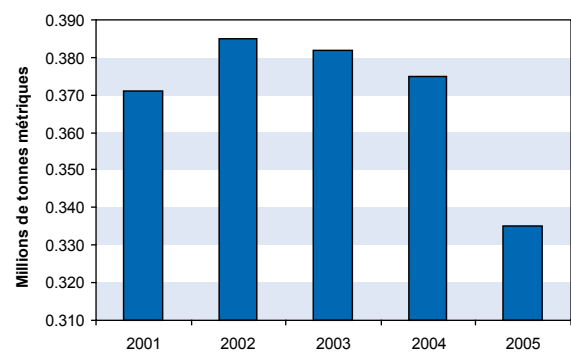
Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Figure 57: Croissance du marché de la machinerie et des équipements au Canada et aux États-Unis 2001-2005



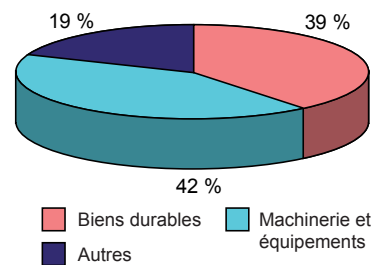
Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Figure 58: Croissance du marché «Autres» au Canada et aux États-Unis 2001-2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Figure 59: Segmentation du marché des autres produits aux États-Unis et au Canada 2005



Source : Aluminum Statistical Review for 2005, Aluminum Association

Le sondage de la CRT démontre que, pour ce secteur de marché, **les tendances et les enjeux** diffèrent quelque peu. Par rapport à la **machinerie et aux équipements**, on retrouve les **propriétés du matériau**, **l'économie de poids** et la **résistance à la corrosion**. Pour ce qui est des **biens de consommation durables**, les enjeux sont les propriétés du matériau et la qualité de surface. Vingt et un répondants, provenant majoritairement du Québec, de l'Ontario et des États-Unis, ont fait ces affirmations. Les faits suivants ont également été mis de l'avant :

- Les **avantages marketing et d'affaires** sont, dans l'ordre, la **légèreté**, la **résistance à la corrosion** et les **propriétés mécaniques**. L'aspect est également important pour les biens de consommation.
- Relativement aux **chaînon manquants**, de **meilleures connaissances en conception**, de **meilleures propriétés mécaniques** et des **technologies d'assemblage améliorées**, sont désirées.
- L'aluminium est considéré comme un **matériau de remplacement** lorsque le coût est intéressant et que cela permet une amélioration des propriétés. Du côté du secteur de la machinerie et des équipements, sa résistance à la corrosion lui donne une plus grande considération.
- Quant aux **différences régionales mondiales**, elles sont minimes et font partie de la différenciation du produit.

#### 5.4.5.1 DISCUSSION

**La dominance de l'Asie se constate encore une fois en ce qui concerne la consommation de produits d'ingénierie, de machinerie et d'équipements, de biens de consommations durables et d'une multitude d'autres produits.** L'Europe de l'Ouest, bien qu'ayant une consommation deux fois plus petite que celle de l'Asie, occupe la deuxième place pour ces types de marchés. Toutefois, **pour la période 2005 à 2015, l'Amérique du Nord est le secteur qui devrait enregistrer la plus faible croissance de sa consommation avec une augmentation de 27 %**. En utilisant l'aluminium comme matériau de remplacement, les possibilités sont élevées pour la création de nouveaux produits lorsque le prix demeure compétitif avec celui des autres matériaux.

### 5.5 PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

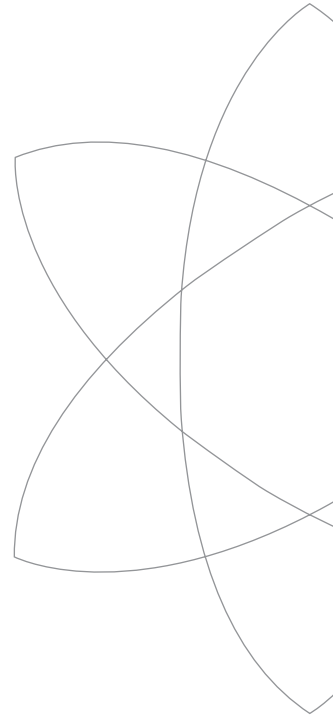
La réalisation du sondage portant sur les technologies et les marchés ainsi que la tenue d'ateliers portant sur les plateformes technologiques ont rendu possible l'obtention de **données spécifiques à la transformation de l'aluminium** et ont permis de mettre en relief certaines problématiques rencontrées par les utilisateurs du métal gris.

Les pages qui suivent traitent des plateformes technologiques suivantes :

- **le moulage**
- **le formage**
- **l'assemblage**
- **le traitement de surface**
- **l'usinage**

Chacune de ces plateformes technologiques est abordée de manière à en savoir plus sur la **situation de l'aluminium** relativement à la plateforme choisie, sur **l'état de la technologie** à travers ses divers procédés, sur les **grands enjeux stratégiques** ainsi que sur **les besoins et les opportunités** en découlant.

Il importe de mentionner que seuls les besoins et les opportunités reliés directement à la plateforme ont été retenus pour être incorporés à cette section. Les spécialistes ayant participé au processus de la CRT se sont longuement attardés à des considérations d'ordre général afin de permettre à l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium d'augmenter son levier. Le chapitre 7 « Recommandations » contient le résultat de cette réflexion.





### 5.5.1 MOULAGE

Le moulage est la technologie permettant d'obtenir des produits à leur forme finale ou presque finale par solidification d'un alliage d'aluminium fondu dans un moule. On recense une multitude de procédés de moulage, chacun comportant ses particularités, ses avantages et ses inconvénients en fonction du type de pièces à fabriquer.

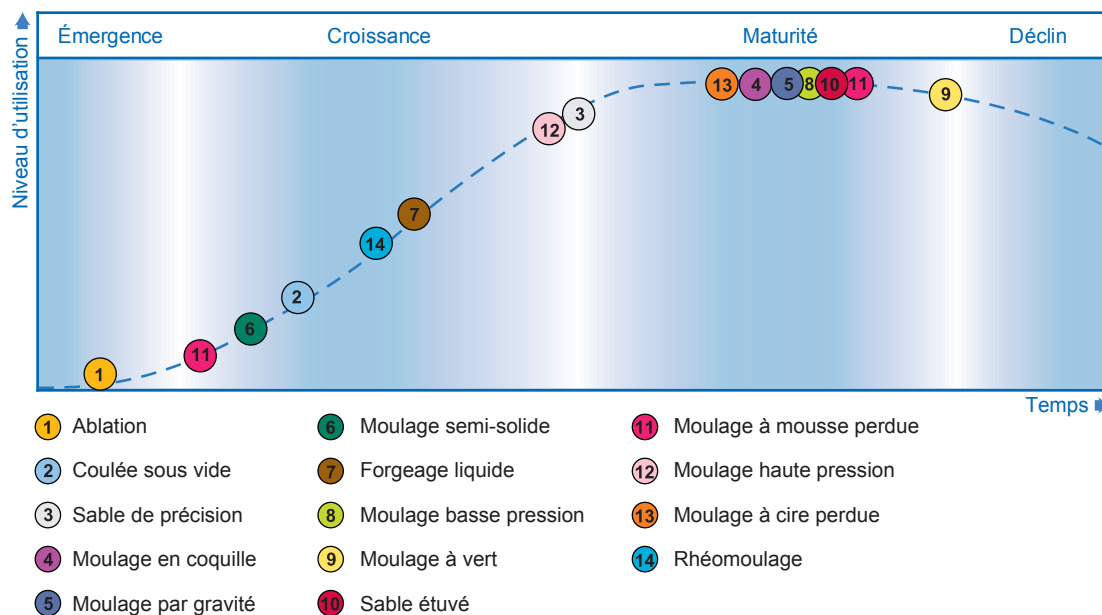
Notre sondage révèle que, pour la plateforme technologique du moulage, **les tendances et enjeux autres que le prix de la matière première sont la performance structurelle, la productivité ainsi que les possibilités de modélisation<sup>xxvi</sup>**. Il est à noter que la performance structurelle est l'enjeu le plus important pour tous les procédés de moulage. Ces résultats proviennent de l'enquête menée auprès des 37 répondants reliés au domaine. Ces personnes provenant principalement du Québec, des États-Unis et de l'Ontario ont permis de mettre de l'avant les informations suivantes :

- Les **avantages marketing et d'affaires** les plus importants sont la **constance des propriétés des produits**, le **coût** ainsi que la **performance du produit**.
- Les **chaînon manquant**s sont également bien définis. L'**amélioration des performances**, la **compréhension scientifique des procédés** de même que la **disponibilité des systèmes d'ingénierie** sont souhaités.

#### 5.5.1.1 CYCLE DE VIE DE LA TECHNOLOGIE

La tenue de l'atelier Moulage, le 13 juin 2006 à Montréal, Québec, a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des procédés de moulage. **On dénote un bon niveau d'activités pour les procédés à maturité** (voir Figure 60).

Figure 60: Cycle de vie des technologies liées au domaine du moulage



Source : Atelier Moulage de la Carte routière technologique de la transformation de l'aluminium

Des procédés tels que l'ablation, le moulage semi-solide (thixomoulage), le moulage à mousse perdue et le moulage sous vide sont considérés comme **émergents**.

<sup>xxvi</sup> Compilation des résultats du sondage

En **croissance**, on retrouve des procédés tels que le rhéomoulage, le forgeage liquide, le moulage haute pression et le moulage au sable de précision.

Les procédés de moulage à cire perdue, en coquille, par gravité, basse pression, au sable étuvé, à la mousse perdue et à vert sont vus comme des procédés ayant atteint leur **maturité**.

Au **déclin**, on ne retrouve actuellement aucun procédé. **Peu de procédés sont appelés à disparaître complètement**, on trouve toujours des manières de leur redonner des avantages compétitifs ou de revoir des façons de faire. Certains spécialistes sont d'avis que le thixomoulage est en sérieuse perte de vitesse, mais comme ce procédé n'a jamais vraiment connu un réel déploiement, nous le classons toujours comme une technologie en émergence.

La réalisation de cet exercice a permis de constater que des régions telles que **l'Europe de l'Est, l'Asie, le Moyen-Orient et le Mexique ont développé des capacités manufacturières peu coûteuses, s'accaparant ainsi une partie de la production canadienne**. Bien que plusieurs technologies de moulage aient initialement été implantées en Amérique du Nord, le jeune âge du parc-machine des régions citées précédemment lui procure un avantage compétitif certain.

#### 5.5.1.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont également identifié des enjeux stratégiques reliés au procédé de moulage que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, alliées à des considérations d'ordre socioéconomique.

De l'avis des participants, **les enjeux liés aux procédés de moulage sont essentiellement non technologiques**. Les enjeux se situent en fonction des ressources humaines, des connaissances, de la réglementation, du recyclage et de la recherche et développement. Toutefois, **le contrôle de la qualité du métal et la disponibilité de modèles de prédictibilité des résultats ont été identifiés comme des défis technologiques**.

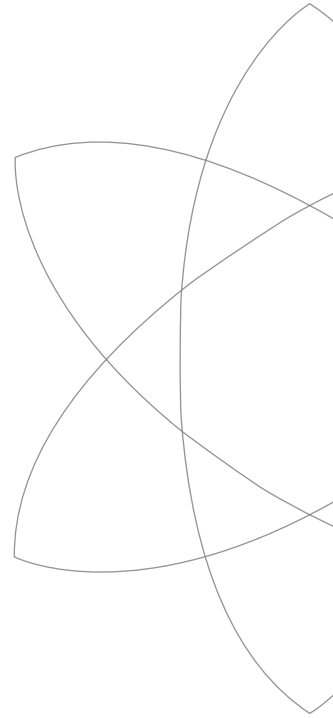
Relativement aux **ressources humaines**, il est difficile de **bien former et de retenir au sein des organisations du personnel technique compétent**. Il a également été constaté que **les ingénieurs spécialisés en moulage connaissent beaucoup plus les autres matériaux que l'aluminium**.

Les spécialistes croient aussi que, **malgré le développement d'un savoir-faire technique de qualité, celui-ci est pauvrement employé au développement de nouvelles applications**.

De plus, il serait important qu'un **consensus mondial** soit établi **par rapport à la réglementation** en ce qui touche les normes relatives à la santé, à la sécurité ainsi qu'à l'environnement, les entreprises canadiennes ne fonctionnant pas avec les mêmes standards que les pays émergents. Cela permettrait d'offrir de **meilleures conditions de travail** à certains travailleurs, d'avoir un **plus grand impact quant au bilan environnemental mondial** et **d'augmenter la compétitivité du Canada** relativement aux coûts de production.

**L'analyse du cycle de vie pourrait être utilisée de manière plus rigoureuse par les concepteurs**, à l'avantage de l'aluminium. Des variables telles que la recyclabilité et l'impact environnemental à long terme ne sont pas prises en compte dès le début du processus.

Au niveau de la recherche et développement, **la coordination des activités canadiennes permettrait de mieux orienter les grands axes à développer**. De plus, cela favoriserait l'établissement de complémentarités avec les activités effectuées aux États-Unis.



### 5.5.1.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

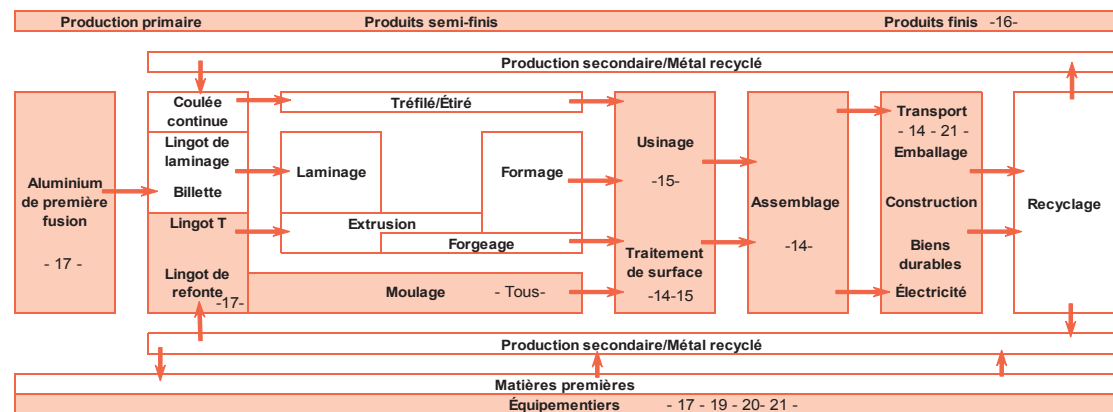
Plus d'une soixantaine de besoins et d'opportunités reliés au domaine du moulage ont été recensés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Huit opportunités se sont particulièrement démarquées et ont été revues par des spécialistes, soit :

- Moulage**
14. Mettre au point des alliages pour la fabrication de pièces structurales par rhéomoulage semi-solide
  15. Concevoir un *Guide des meilleures pratiques du moulage*
  16. Offrir des outils pour améliorer le niveau de compétitivité des fonderies
  17. Fabriquer à partir de métal liquide obtenu chez les producteurs primaires locaux
  18. Optimiser les procédés non concurrentiels en fonderie
  19. Améliorer les contrôles en temps réel des produits et procédés en utilisant des capteurs et des systèmes avancés
  20. Accroître l'efficacité énergétique des fonderies
  21. Offrir des pièces moulées de grandes dimensions ayant des parois minces

Chacune de ces opportunités est définie dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés » et permet au lecteur de voir à quels marchés et technologies cette dernière se rattache. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également qualifiés. Cela aidera la prise de décision et permettra de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre au besoin énoncé par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 61, ces projets ont des incidences sur les produits semi-finis, les produits finis et les plateformes technologiques. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités citées.

Figure 61: Domaines d'intervention des opportunités liées à la technologie du moulage



Source : David M. Moore

### 5.5.1.4 DISCUSSION

La tenue de l'atelier Moulage a permis de constater que **les organisations canadiennes communiquent mal entre elles et manquent, par le fait même, de belles opportunités d'utilisation des équipements, de participation à des projets et de partage des connaissances**. De plus, **le Canada aurait également avantage à se rapprocher d'organismes américains** tels que USCAR (United States Council for Automotive Research), DOE (Department of Energy), DOT (Department of Transport) qui mettent en place divers projets de développement liés au domaine du moulage.

Les participants à l'atelier Moulage ont fait remarquer que le Canada dispose de métal liquide et d'infrastructures de transport qui pourraient être mis à profit par les mouleurs de pièces.

# 5

## SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Il a été soulevé que la plupart des mouleurs canadiens fonctionnent encore de nos jours de façon réactive au lieu de proactive. Ils répondent à des demandes de soumission et sont souvent captifs de leurs donneurs d'ordres. Ils n'ont pas les ressources suffisantes pour changer cet état de fait et les pressions pour abaisser les prix les forcent à se concentrer encore plus sur l'excellence du procédé. Résultat, ils n'ont pas le temps ni les ressources pour se démarquer dans leur niche.

Les entrepreneurs ont du mal à suivre le rythme des changements exigés par le nouveau marché global. Plusieurs regroupements de mouleurs existent cependant et une foule d'information est disponible au sein des organismes américains et européens. Les plus connus sont très actifs et offrent des renseignements de qualité. Notons simplement AFS, NADCA, DOE, DOT, USCAR pour les États-Unis ou CTIF en France sans oublier le CNRC ou les réseaux universitaires ou collégiaux. Somme toute, il y a beaucoup d'informations et beaucoup de groupes prêts à aider, mais peu de structures aptes à vraiment encourager les petits entrepreneurs à aller au-delà du paradigme présent.

Pour vraiment aller plus loin et assurer la survie de ce secteur, les entreprises ont besoin de réponses structurantes à leurs besoins. Ce genre de travail ne peut pas être offert par un seul organisme de support, mais peut résulter de l'implication de plusieurs. Les opportunités mentionnées dans la page précédente ne pourront se réaliser qu'avec cette coopération des organismes de soutien.

De l'avis des spécialistes, les enjeux ne sont pas technologiques. Ces derniers insistent sur le fait que, malgré le développement d'un savoir-faire technique de qualité, celui-ci est pauvrement employé au développement de nouvelles applications. Le partage des connaissances, la participation à divers projets et l'accessibilité à certains équipements spécialisés sont mal appliqués en raison d'un mauvais système de communication.

### 5.5.2 FORMAGE

Le domaine du formage correspond à un ensemble de procédés de mise en forme par déformation plastique de l'aluminium pouvant s'effectuer à chaud, c'est-à-dire au-dessus de la température de recristallisation (par exemple : forgeage, filage) ou à froid (par exemple : emboutissage, pliage).

Pour le secteur du formage, le sondage de la CRT montre que **les tendances et les enjeux autres que les prix des matériaux sont la productivité, l'aptitude au formage et la performance structurelle du matériau**. Trente répondants reliés au domaine du formage, localisés principalement au Québec, aux États-Unis et en Ontario, nous ont fait ces affirmations. Les faits suivants ont également été mis de l'avant :

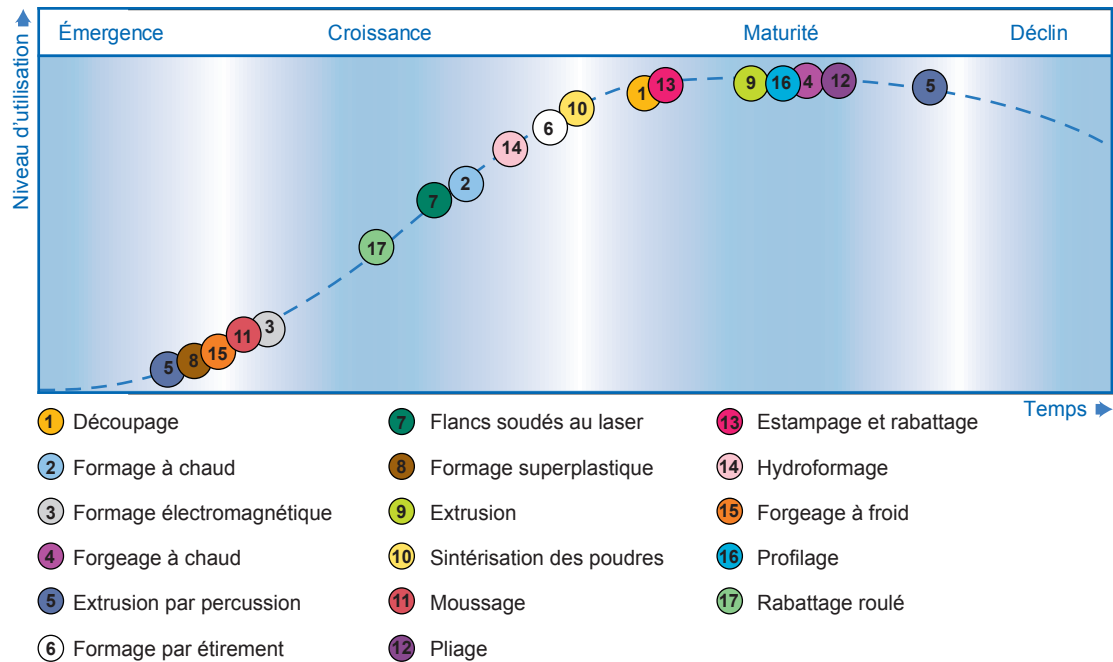
- Les **avantages marketing et d'affaires** sont, dans l'ordre, la **productivité**, la **performance du produit** ainsi que la **constance des propriétés des produits**.
- Quant aux **chaînon manquant**s, quatre chaînon se démarquent à des niveaux comparables, il s'agit de la **disponibilité des systèmes d'ingénierie**, de la **demande du marché**, du besoin d'**améliorer les performances** et de la **compréhension scientifique**. Chaque procédé a ses propres besoins et la différence entre les types de procédés regroupés sous la plateforme du formage explique cet état de fait.

#### 5.5.2.1 CYCLE DE VIE DE LA TECHNOLOGIE

La réalisation de l'atelier du 12 septembre 2006 à Toronto, Ontario, portant sur les procédés de formage a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des procédés technologiques (voir Figure 62).



Figure 62: Cycle de vie des technologies liées au domaine du formage



Source : Atelier Formage de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

Les procédés suivants ont été identifiés comme **émergents** : l'extrusion par percussion, le forgeage à froid, le formage superplastique, le moussage et le formage électromagnétique. Des procédés tels que le formage progressif, le formage par projection, le formage par étirage, le laminage asymétrique, l'extrusion équiangle ainsi que le formage par écrouissage sont considérés comme émergents dans le cadre de l'utilisation.

En **croissance**, on retrouve le rabattage roulé, les flancs soudés au laser, le formage à chaud, l'hydroformage, le formage par étirement et la sintérisation des poudres.

Le découpage, l'estampage et le rabattage, l'extrusion, le profilage, le forgeage à chaud, le pliage et l'extrusion par percussion sont perçus comme des procédés ayant atteint leur **maturité** bien qu'étant toujours très populaires et massivement utilisés dans des régions telles que l'Asie.

Aucun procédé de formage n'est en **déclin**.

#### 5.5.2.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont identifié les enjeux stratégiques liés au formage que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, jointe à des considérations d'ordre socioéconomique.

Selon les participants, **un enjeu stratégique important se situe en fonction de la chaîne d'approvisionnement. Plusieurs éléments semi-finis ne sont pas disponibles aux dimensions adéquates et les délais de livraison de ces éléments sont longs.** Également, lorsque les concepteurs réalisent leurs travaux, on tient rarement compte du fait que **bien que plus dispendieux à l'achat, l'aluminium, de par sa longévité, permet d'abaisser les coûts à l'intérieur du cycle de vie du produit.** Par exemple, les Européens semblent plus enclins à utiliser des produits en aluminium dans la construction de leurs résidences, puisque ces dernières sont érigées pour longtemps et que le financement se fait sur des périodes de temps plus longues qu'en Amérique.

Dans le domaine de l'éducation, **l'aluminium est souvent traité dans une partie du plan de cours seulement**. Il est rare qu'une école donne un cours de 45 heures complètement dédié à l'aluminium. Réviser ces façons de faire permettrait de conserver et de diffuser une expertise du matériau aux futurs professionnels. **Les connaissances relatives à l'aluminium pourraient être mieux diffusées en coordonnant les efforts pour les rendre accessibles facilement** aux étudiants et aux professionnels de l'industrie.

Il a également été établi que **les avantages de l'aluminium pourraient être mieux diffusés** auprès du public, qui bénéficierait de ces informations pour faire des choix éclairés. Les utilisateurs sont conservateurs et ne sont pas enclins à changer facilement de type de matériaux, le processus est bien souvent long et l'information nécessaire doit être disponible.

**Les activités de lobbying auraient potentiellement plus d'impact si elles étaient entreprises par un réseau de représentants clés de l'industrie plutôt que par des initiatives solitaires dans divers secteurs de l'industrie.**

Relativement au remplacement d'un matériau quelconque par l'aluminium, les spécialistes stipulent que ces changements sont difficiles à orchestrer en raison des coûts d'implantation, de la période d'apprentissage, de la formation à donner aux employés et aux relations bien établies avec les différents fournisseurs. Il est donc primordial de **pouvoir bénéficier de soutien de la part de l'industrie pour implanter l'aluminium comme matériau de remplacement**, en fonction de certains produits.

### 5.5.2.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

Environ une cinquantaine de besoins et d'opportunités reliés au formage ont été dénombrés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Cinq d'entre eux se sont spécialement démarqués et ont été remaniés par des spécialistes, soit :

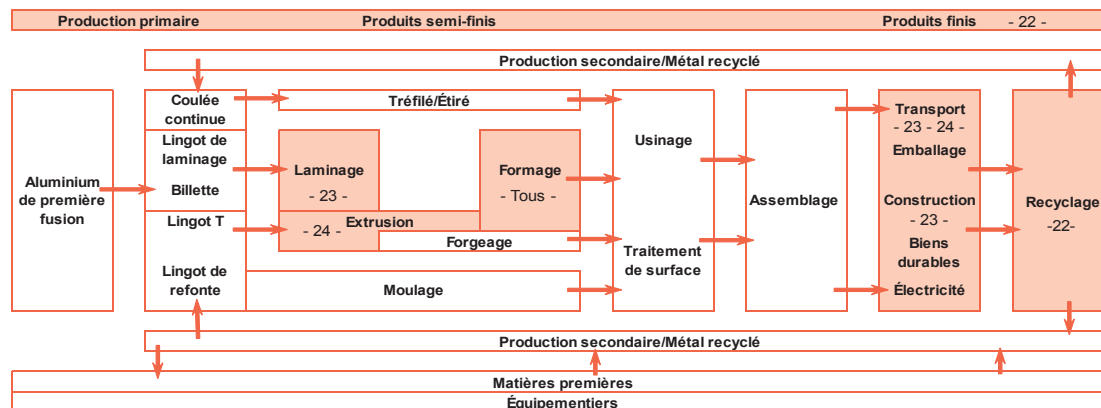
Formage

22. Établir un corpus des connaissances sur les coûts/bénéfices du cycle de vie de l'aluminium
23. Concevoir des panneaux plats multimatériaux à base d'aluminium
24. Développer l'hydroformage de l'aluminium
25. Améliorer la simulation des procédés de formage de l'aluminium
26. Développer de nouveaux procédés de formage conçus pour répondre aux besoins de l'industrie

Ces opportunités sont définies dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés ». Il est donc possible, pour le lecteur, de voir à quels marchés et technologies ces dernières sont reliées. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également quantifiés. Cela, encore une fois, afin de faciliter la prise de décision des organisations et de permettre de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre aux besoins énoncés par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 63, ces projets ont des incidences sur les produits finis et les plateformes technologiques. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités citées plus haut.

Figure 63: Domaines d'intervention des opportunités liées aux technologies de formage



Source : David M. Moore

#### 5.5.2.4 DISCUSSION

**La conscience, le partage et la formation sont les pierres angulaires** identifiées par les spécialistes du domaine du formage de l'aluminium. Ces derniers estiment que **la conscience des besoins de l'industrie** doit être prise au sens large et s'appliquer au gouvernement, aux responsables de la législation, aux consommateurs, au public, aux compagnies de transport, aux étudiants et aux manufacturiers. **Lorsque les gens seront conscientisés, il deviendra plus aisé de partager, de mettre sur pied des initiatives de collaboration et d'avoir une synergie mobilisatrice.** Tous parleront le même langage et auront les mêmes préoccupations. **La formation demeure importante**, car cela permettra d'obtenir une conscientisation adéquate de l'environnement académique et de mettre en œuvre des activités de formation d'appoint pour les professionnels déjà en emploi.

On a également constaté que **plusieurs technologies sont émergentes** dans le domaine du formage. Le Canada aurait avantage à considérer ces technologies et à se les accaparer afin de prendre une longueur d'avance sur les autres pays qui se concentrent actuellement sur les technologies à maturité. Il est actuellement estimé que **la majorité des contrats réalisés à partir de technologies matures se sont déplacés vers l'Asie.** Toutefois, il importe de mentionner que la notion de risque est toujours présente lorsque de nouvelles technologies sont implantées. **Des activités coordonnées de recherche et développement permettraient de réduire les risques** et de développer des connaissances homogènes d'un océan à l'autre. **Plusieurs équipements de formage spécialisés pourraient être mis en disponibilité pour effectuer des activités de recherche et développement** afin d'utiliser, de manière optimale, ces équipements et de permettre l'acquisition et le développement d'autres procédés.

Bien que les résultats des projets à risques élevés soient rarement publicisés, on recense plusieurs avenues intéressantes. Comme les décisions d'achat et d'investissement sont, bien souvent, basées sur les coûts immédiats et non sur le coût du cycle de vie du produit, les Canadiens auraient avantage à revoir leur processus décisionnel, ce qui leur permettrait d'explorer de nouvelles avenues.

#### 5.5.3 ASSEMBLAGE

L'assemblage est le processus utilisé pour réunir des pièces utilisées pour le montage d'un produit à une étape plus avancée du processus de production. L'assemblage peut être réalisé de façon mécanique (boulonnage, rivetage), métallurgique (soudage, brasage) ou chimique (adhésif).

Le sondage de la CRT montre que, pour le domaine de l'assemblage, les **tendances et les enjeux autres que le prix du matériau sont la productivité, les performances structurelles et la disponibilité d'une base de données sur les propriétés.** Un nombre de 31 répondants, reliés au domaine de l'assemblage, nous ont fait ces affirmations. Ces derniers provenaient majoritairement du Québec, des États-Unis et de l'Ontario. Les items suivants ont aussi été mis de l'avant :

- Les **avantages marketing et d'affaires** sont, dans l'ordre, la **performance du produit**, l'**avantage de conception** et la **constance des propriétés du produit.**
- Pour les **chaînon manquant**s, une **plus grande disponibilité des systèmes d'ingénierie**, l'**amélioration des performances** ainsi qu'une **meilleure compréhension scientifique** sont désirées afin que l'industrie puisse continuer à se développer.

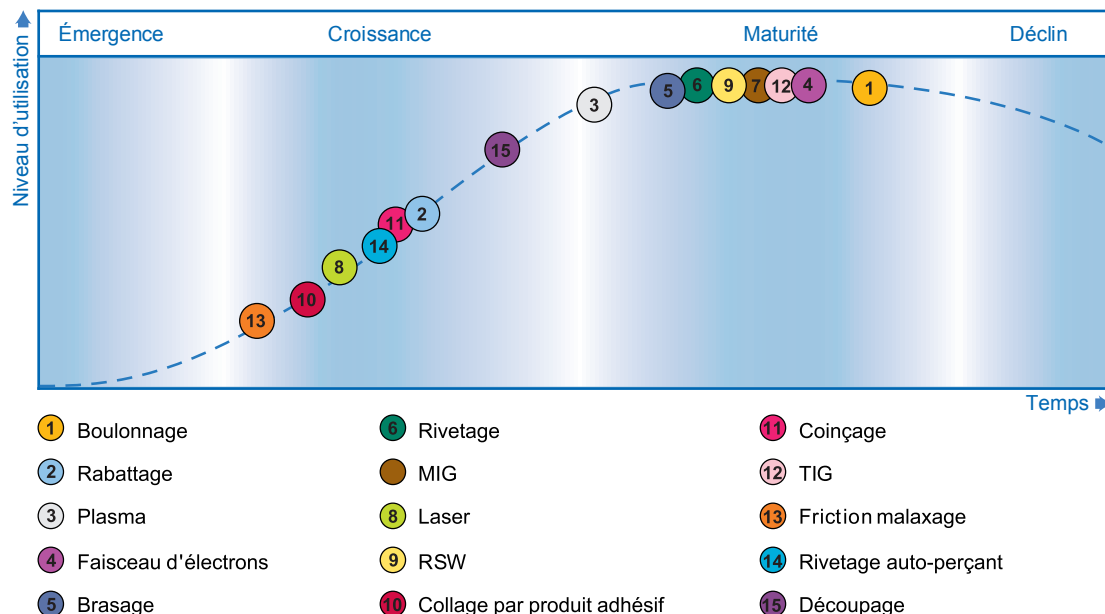
##### 5.5.3.1 CYCLE DE VIE DE LA TECHNOLOGIE

La réalisation de l'atelier du 27 septembre 2006 à Montréal, Québec, portant sur la plateforme de l'assemblage a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des procédés. Il est possible de constater qu'**aucune technologie en émergence n'a été identifiée, ni aucune en déclin.** Cependant, une multitude de technologies sont en croissance et à maturité. (voir Figure 64).



# 5 SURVOL DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

Figure 64: Cycle de vie des technologies liées au domaine de l'assemblage



Source : Atelier Assemblage, traitement de surface et usinage de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

Aucune technologie n'a été identifiée comme **émergente**.

En **croissance**, on retrouve des procédés tels que friction malaxage, collage par produits adhésifs, laser, rivetage auto-perçant, coinçage, rabattage, découpage et plasma.

Le brasage, le rivetage, le soudage par points (RSW), le soudage sous gaz inerte (MIG), le soudage au tungstène sous gaz inerte (TIG), le faisceau d'électrons et le boulonnage sont perçus comme des procédés ayant atteint leur **maturité** bien qu'étant toujours très populaires.

Aucun procédé n'est en **déclin**.

Les participants à l'atelier ont également mentionné que **la majeure partie de la compétition relativement aux procédés matures provient d'Asie**.

## 5.5.3.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont identifié les enjeux stratégiques liés au domaine de l'assemblage que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, jointe à des considérations d'ordre socioéconomique.

Selon les participants, **le principal enjeu stratégique est dans la gestion et la distribution des connaissances**. Certains suggèrent la mise en place d'un réseau d'envergure nord-américaine, en mesure de dispenser de l'information, tant sur le plan des marchés que des technologies. Son champ d'action débiterait dès la conception (normes, bases de données) et s'étendrait jusqu'à la formation (connaissance de l'aluminium, activités de spécialisation) en passant par la collaboration au niveau de la recherche et développement.

Dans un autre ordre d'idées, **des défis technologiques sont également à solutionner**. On recense, entre autres, une préparation de surface simplifiée en ce qui concerne l'utilisation des adhésifs, des essais à long terme pour les adhésifs, des travaux par rapport à la distorsion lors du soudage, etc.

Du côté nord-américain, il est estimé que l'industrie de la transformation de l'aluminium serait sage de miser sur **l'automatisation et la productivité** pour répondre aux besoins des marchés. De plus en plus, la clientèle désire recevoir des composantes qui sont pratiquement prêtes à être incorporées aux produits finis. Les transformateurs doivent donc s'adapter dès maintenant pour répondre à ces nouvelles exigences qui proviennent de partout.

### 5.5.3.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

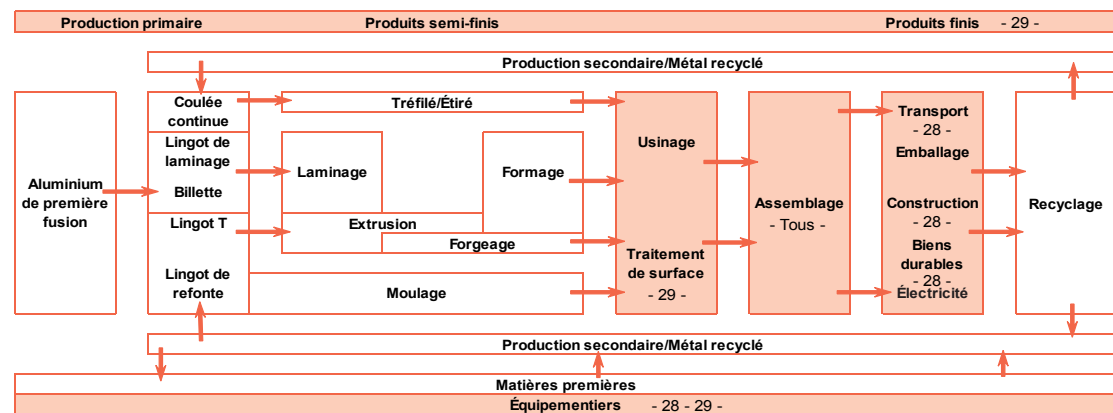
Environ une vingtaine de besoins et d'opportunités reliés au domaine de l'assemblage ont été dénombrés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Trois d'entre eux se sont spécialement démarqués et ont été remaniés par des spécialistes, soit :

- Assemblage**
- 27. Constituer un corpus de connaissances portant sur les adhésifs
  - 28. Former un groupe d'intérêt sur le soudage de l'aluminium par friction-malaxage
  - 29. Concevoir ou adapter des technologies de capteurs servant à la caractérisation des surfaces en aluminium

Ces opportunités sont définies dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés ». Il est donc possible, pour le lecteur, de voir à quels marchés et technologies ces dernières sont reliées. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également quantifiés. Cela, encore une fois, afin de faciliter la prise de décision des organisations et de permettre de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre aux besoins énoncés par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 65, ces projets ont des incidences sur les produits semi-finis, les produits finis et les plateformes technologiques. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités citées.

Figure 65: Domaines d'intervention des opportunités liées à la plateforme technologique de l'assemblage



Source : David M. Moore

### 5.5.3.4 DISCUSSION

L'assemblage est vraiment un secteur technologique névralgique pour assurer le succès de la transformation de l'aluminium. Tous les systèmes simples ou complexes demandent de l'assemblage. Des marchés comme le transport et la construction demandent même d'obtenir des solutions multi-matériaux qui mettent l'assemblage au centre des préoccupations.

**Une industrie canadienne de la transformation de l'aluminium doit absolument disposer de base de compétence en assemblage et elle doit s'afférer à développer ses capacités.** Notre habileté à développer et à déployer des techniques plus performantes pourrait nous positionner favorablement face à la concurrence mondiale.

Comme discuté dans les sections précédentes, une meilleure collaboration et une coopération efficace des acteurs clés canadiens abaisseraient les risques et optimiseraient l'utilisation des ressources.

### 5.5.4 TRAITEMENT DE SURFACE

Un traitement de surface est une mince couverture organique ou métallurgique appliquée à la surface d'une pièce d'aluminium pour la protéger de l'environnement ou pour agir comme liant pour un apprêt final (comme une peinture ou un adhésif).

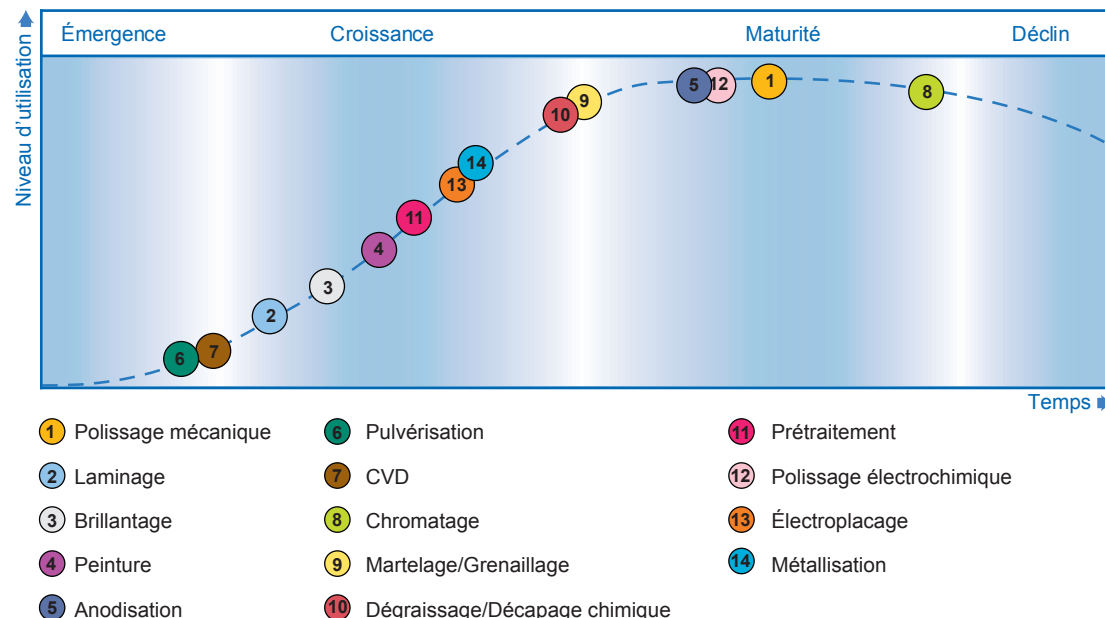
Le sondage de la CRT montre que, pour le traitement de surface, **les tendances et les enjeux sont l'abandon du chrome et les méthodes de traitement respectueuses de l'environnement et de la santé des travailleurs**. Un nombre de 25 répondants reliés au domaine du traitement de surface se sont penchés sur la question. Les répondants proviennent en majorité du Québec, de l'Ontario et des États-Unis. Les faits suivants ont également été mis en lumière:

- Les trois principaux **avantages marketing et d'affaires** sont, dans l'ordre, la **performance du produit**, la **constance des propriétés du produit** et son **avantage de conception**.
- Relativement aux **chaînon manquant**, le **besoin d'améliorer les performances**, la **disponibilité des systèmes d'ingénierie** et une **meilleure compréhension scientifique** sont désirées.

#### 5.5.4.1 CYCLE DE VIE DE LA TECHNOLOGIE

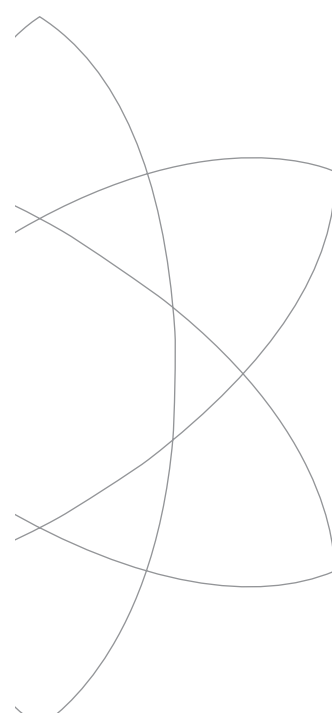
La réalisation de l'atelier du 27 septembre 2006 à Montréal, Québec, portant sur les traitements de surface a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des procédés. On remarque que **la plupart des procédés de traitement de surface sont en croissance et que peu de procédés sont arrivés à maturité** (voir Figure 66).

Figure 66: Cycle de vie des technologies liées au domaine du traitement de surface



Source : Atelier Assemblage, traitement de surface et usinage de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

Les procédés suivants ont été identifiés comme **émergents** : métallisation par pulvérisation cathodique sous vide et dépôt chimique en phase vapeur.



En **croissance**, on retrouve les procédés suivants : laminage, brillantage, peinture, prétraitement, électroplacage et métallisation.

Le martelage, le grenailage, le dégraissage, le décapage, l'anodisation, le polissage électrochimique ainsi que le polissage mécanique sont perçus comme des procédés ayant atteint leur **maturité** tout en étant toujours très populaires.

Le chromatage est le seul procédé en **déclin**.

#### 5.5.4.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont identifié les enjeux stratégiques liés au domaine du traitement de surface que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, jointe à des considérations d'ordre socioéconomique.

Selon les participants, un des enjeux stratégiques les plus importants est de **faire en sorte que les marchés démontrent beaucoup plus d'ouverture relativement aux produits en aluminium**. Les marchés de niche seraient les marchés possédant le plus grand potentiel de croissance.

Quelques transformateurs auraient avantage à bénéficier d'**installation en mesure de traiter des pièces de très grandes dimensions** (produits architecturaux ou structures) et à se pencher sur différentes possibilités de **réduction des coûts**.

De **nouvelles propriétés de surface** seraient également souhaitées. On parle ici de faible influence aérodynamique, de transfert de chaleur, de mouillabilité et de réduction des bruits. La mise en marché d'alliages d'aluminium possédant ces propriétés ouvrirait la porte à de nouvelles utilisations dans plusieurs marchés de niche.

#### 5.5.4.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

Environ une vingtaine de besoins et d'opportunités reliés aux traitements de surface ont été dénombrés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Cinq d'entre eux se sont spécialement démarqués et ont été remaniés par des spécialistes, soit :

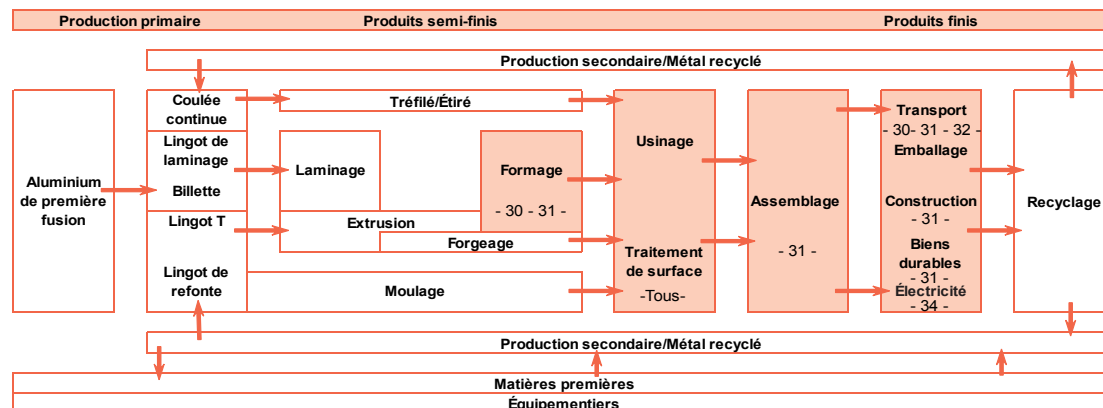
##### Traitement de surfaces

30. Offrir des tôles prépeintes capables de subir des opérations de formage
31. Développer un traitement de conversion sans chrome
32. Offrir et commercialiser des texturations décoratives à faibles coûts
33. Concevoir une peinture applicable sur des substrats d'aluminium sans revêtement de conversion
34. Rechercher et développer un traitement de surface pour empêcher l'adhésion de la glace

Ces opportunités sont définies dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés ». Il est donc possible, pour le lecteur, de voir à quels marchés et technologies ces dernières sont reliées. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également quantifiés. Cela, encore une fois, afin de faciliter la prise de décision des organisations et de permettre de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre aux besoins énoncés par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 67, ces projets ont des incidences sur les produits semi-finis, les produits finis et les plateformes technologiques. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités citées.

Figure 67: Domaines d'intervention des opportunités liées aux traitements de surface



Source : David M. Moore

## 5.5.4.4 DISCUSSION

Les technologies permettant d'ajouter du matériel, telles que la métallisation, représentent toujours de belles opportunités dans divers marchés. Également, comme mentionné, la disponibilité de feuilles ou plaques prépeintes en mesure de résister aux opérations de mise en forme permettrait de raccourcir les délais de production et d'accélérer les livraisons.

En ce qui concerne les traitements de surface, le développement de nouveaux attributs optimiserait l'utilisation de certains procédés et leur procurerait un avantage compétitif certain. Par exemple, la mise en marché de prétraitements optimisés avec les apprêts compatibles avec l'aluminium pourrait s'avérer une avenue très intéressante.

## 5.5.5 USINAGE

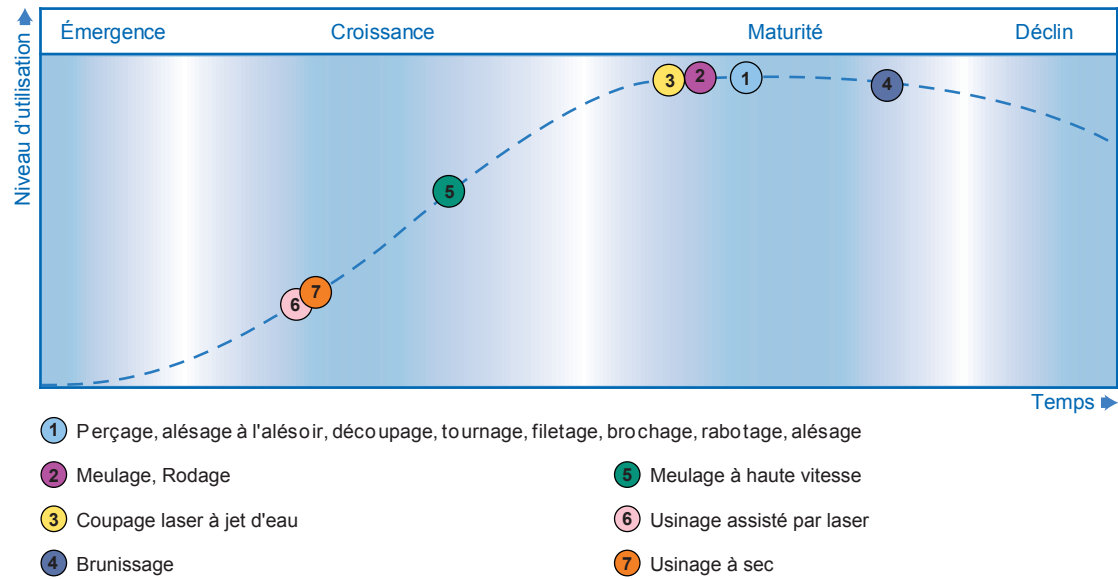
L'usinage est un ensemble d'opérations de coupe d'une pièce brute pour l'amener à sa forme définitive. Ces opérations sont pratiquées au moyen d'outils de coupe qui réduisent la quantité de matériau en excès de copeaux de formes et de dimensions variant avec le type d'outils utilisés et les caractéristiques de l'alliage.

Le sondage de la CRT démontre que, pour le domaine de l'usinage, les tendances et les enjeux de l'aluminium sont la productivité, la performance et la qualité de surface. Dix-sept répondants, provenant du Québec, des États-Unis et de la Colombie-Britannique, ont fait ces affirmations. Les principaux avantages marketing et d'affaires sont l'augmentation de la productivité et la possibilité d'effectuer de l'usinage à sec.

### 5.5.5.1 CYCLE DE VIE DE LA TECHNOLOGIE

La réalisation de l'atelier du 27 septembre 2006 à Montréal, Québec, portant sur l'usinage a permis de situer globalement les zones d'activités relatives au cycle de vie des procédés. On remarque que la plupart des technologies d'usinage sont parvenues à maturité et que peu de nouvelles technologies sont apparues dans les dernières années (voir Figure 68).

Figure 68: Cycle de vie des procédés liés au domaine de l'usinage



Source : Atelier Assemblage, traitement de surface et usinage de la Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium

Aucun procédé n'a été identifié comme **émergent**.

En **croissance**, on retrouve des procédés tels que l'usinage assisté par laser, l'usinage à sec et le meulage haute vitesse.

Le découpage laser et à jet d'eau, le meulage, le rodage, le perçage, l'alésage à l'alésoir, le découpage, le tournage, le filetage, le brochage, le rabotage, l'alésage et le brunissage sont perçus comme des procédés ayant atteint leur **maturité**.

On ne retrouve aucun procédé en **déclin**.

#### 5.5.5.2 ENJEUX STRATÉGIQUES

Les participants à l'atelier ont identifié les enjeux stratégiques liés au domaine de l'usinage que l'on retrouve au Canada, en Amérique du Nord ou au niveau mondial. Ces enjeux sont d'ordre technologique, de marché ou une combinaison des deux, jointe à des considérations d'ordre socioéconomique.

Selon les participants, l'industrie a une **mauvaise perception du domaine** de l'usinage et pense à tort que ces opérations sont onéreuses. Il serait intéressant de **promouvoir l'usinage de l'aluminium** comparativement aux autres matériaux et d'effectuer quelques comparaisons avec d'autres procédés.

Pour ce faire, les laboratoires gouvernementaux ainsi que les universités pourraient mettre en place des **activités de démonstration et de transfert de technologies des procédés d'usinage avancés**, ce qui permettrait de pallier les lacunes suivantes : formation des concepteurs et des opérateurs, optimisation des outils de simulation, recherche et développement, accessibilité rapide à l'information technique.

La synergie créée par ces activités de coordination permettrait à l'industrie de miser sur ses acquis et de saisir les différentes opportunités avant qu'elles ne soient maîtrisées par d'autres.

## 5.5.5.3 BESOINS ET OPPORTUNITÉS

Environ une vingtaine de besoins et d'opportunités liés à l'usinage ont été dénombrés dans le cadre des activités reliées à la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium*. Quatre d'entre eux se sont spécialement démarqués et ont été remaniés par des spécialistes, soit :

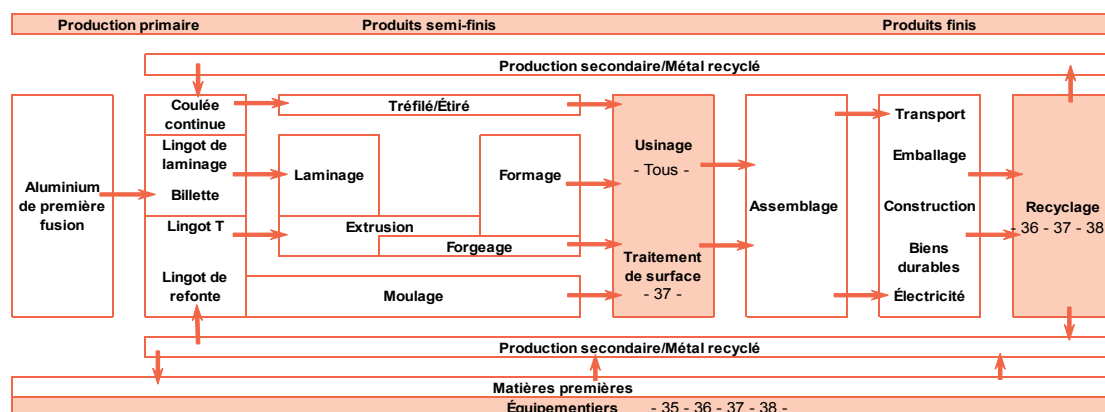
Usinage

35. Former un groupe d'intérêt en matière d'usinage de l'aluminium
36. Améliorer les systèmes de mesure automatisée conçus pour l'optimisation du positionnement des pièces et l'amélioration de la performance des équipements
37. Adopter un procédé d'usinage à sec de l'aluminium ou de MQL (technologie de lubrification minimale)
38. Développer des outils analytiques, des solutions numériques et améliorer les capacités des logiciels conçus pour l'usinage de l'aluminium

Ces opportunités sont définies dans le Chapitre 6 « Besoins et opportunités technologiques et de marchés ». Il est donc possible, pour le lecteur, de voir à quels marchés et technologies ces dernières sont reliées. Le niveau de priorité, l'horizon de réalisation, le niveau de défi technique, l'impact économique, les éléments clés et les retombées sont également quantifiés. Cela, encore une fois, afin de faciliter la prise de décision des organisations et de permettre de définir les stratégies de recherche et développement à utiliser pour répondre aux besoins énoncés par les spécialistes.

Tel que le démontre la Figure 69, ces projets ont des incidences sur les produits semi-finis, les produits finis et les plateformes technologiques et du recyclage. Chaque numéro inséré dans le graphique est relié au numéro de chacune des opportunités citées dans la page précédente.

Figure 69: Domaines d'intervention des opportunités liées à l'usinage



Source : David M. Moore

## 5.5.5.4 DISCUSSION

Les technologies de l'usinage étant principalement parvenues à maturité, il importe, dès à présent, d'œuvrer à **optimiser ces mêmes procédés** afin de demeurer compétitif. Les besoins sont encore criants à plusieurs niveaux et **la formation demeure un enjeu majeur**. La **montée de l'usinage à sec** devrait également permettre l'ouverture d'opportunités intéressantes pour les transformateurs qui planteront cette technologie dans leurs usines.

La promotion de l'usinage par des démonstrations et des transferts technologiques permettrait de revitaliser cette plateforme et de pallier plusieurs lacunes par rapport aux connaissances.

Pour réussir ce défi, l'industrie doit être en mesure d'informer ses entrepreneurs, d'orienter ses chercheurs et de coordonner ses efforts de formation et de déploiement. Elle doit être en mesure de juger de ses progrès, de communiquer ses stratégies et d'appeler les différents groupes de support à l'action concertée.



## 6. BESOINS ET OPPORTUNITÉS TECHNOLOGIQUES ET DE MARCHÉS

Les pages qui suivent présentent les opportunités les plus intéressantes pour stimuler la transformation de l'aluminium au Canada. **Les opportunités se divisent en deux marchés et cinq technologies :**

- Marchés :
  - Transport
  - Construction
- Technologies :
  - Moulage de pièces
  - Formage
  - Assemblage
  - Traitement de surface
  - Usinage

Ces besoins et opportunités sont issus des réponses aux questionnaires écrits (sondages) et/ou ont été suggérés par les participants des cinq ateliers. Au total, **plus de 270 suggestions d'opportunités ont été répertoriées.**<sup>xxvii</sup>

Il importe ici de faire la différence entre une suggestion d'opportunité et une recommandation. Un grand nombre de recommandations ont été reçues et ces dernières sont discutées au chapitre « Recommandations de la carte routière technologique » et sont d'ordre général.

**Une opportunité est une situation qui peut être saisie ou modifiée par l'action d'une personne, d'une compagnie, d'une institution ou d'un gouvernement pour créer une meilleure situation, pour générer de la richesse ou pour transférer de la richesse.** Par exemple, pouvoir mettre en marché un nouvel alliage d'aluminium avec de meilleures propriétés mécaniques serait une opportunité, car il y aurait création de richesse pour celui qui vendrait et celui qui utiliserait l'alliage. En contrepartie, former les architectes aux avantages de l'aluminium peut être une recommandation, mais n'est pas une opportunité, car la création de richesse n'est pas directement liée à l'action.

**Toutes les suggestions ont été considérées et elles ont été priorisées par les participants aux ateliers** en fonction de trois critères. En ordre d'importance, ces critères sont **l'horizon de réalisation** probable, **la complexité technique** et **l'impact économique**. Une opportunité obtient la plus haute priorité si les trois critères sont au meilleur, c'est-à-dire si l'horizon de réalisation est court, le défi technique plutôt faible et l'impact économique élevé.

Seules les opportunités considérées comme prioritaires ou ayant un niveau de priorité élevé ont été conservées pour être incorporées dans cette version de la *Carte routière technologique canadienne de la transformation de l'aluminium, Édition 2006*. Cela représente tout de même 38 opportunités prioritaires ou à niveau de priorité élevé.

Les 38 opportunités ont été révisées par des experts afin d'être clarifiées et expliquées en quelques lignes. Les retombées les plus probables découlant de l'opportunité sont aussi présentées.

<sup>xxvii</sup> Toutes les suggestions d'opportunités sont conservées par le Réseau Trans-Al Inc. et peuvent être consultées sur demande.

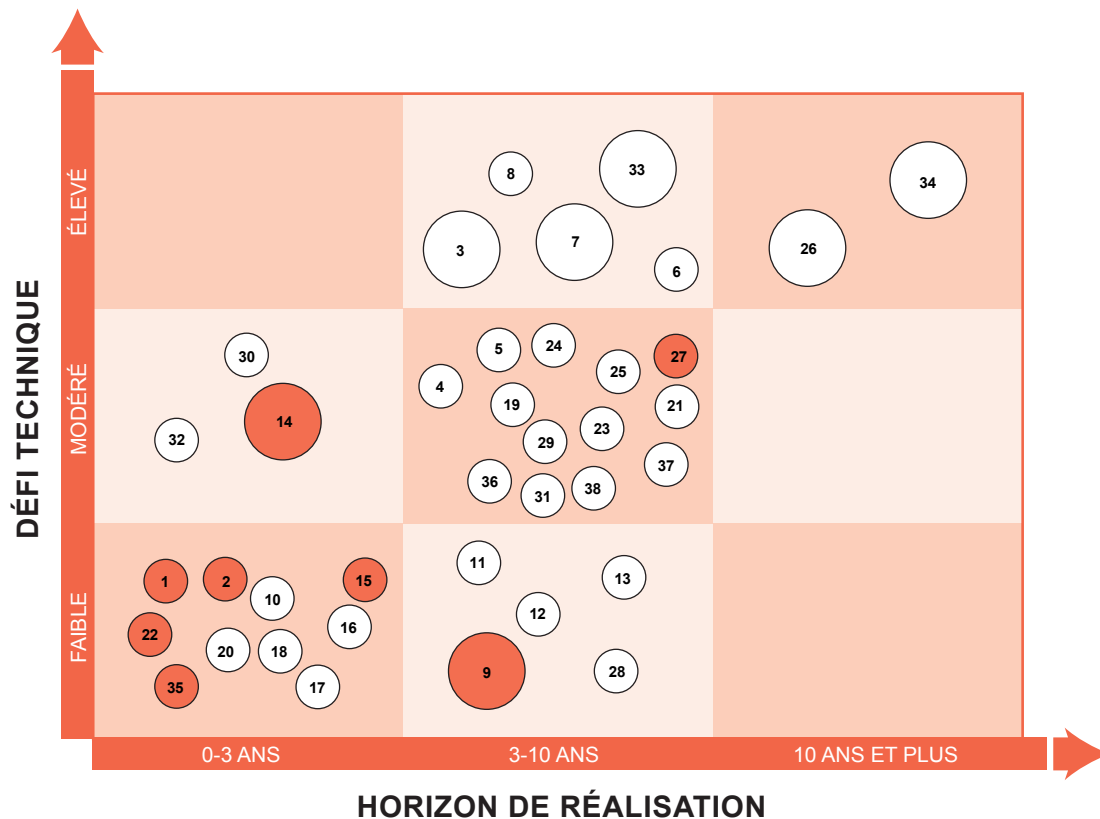
Après avoir cerné les secteurs clés et examiné leurs principaux enjeux, les spécialistes présents aux ateliers de travail ont déterminé les technologies jugées essentielles pour permettre à l'industrie de répondre aux besoins de marché au cours des prochaines années.

Les opportunités suivantes ont donc été conservées :

Transport	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Offrir des solutions intégrées aux constructeurs OEM</li> <li>2. Développer des solutions multimatériaux</li> <li>3. Mettre au point des alliages conçus pour la fabrication de moteurs diesels offrant une plus grande résistance mécanique et à la chaleur</li> <li>4. Développer des alliages à haute résistance présentant une excellente formabilité à bas prix</li> <li>5. Concevoir des structures plus légères pour les camions, les autobus et les véhicules récréatifs</li> <li>6. Développer des méthodes pour faire des pièces moulées de grandes dimensions à parois minces</li> <li>7. Réaliser une baisse des coûts substantielle pour les procédés de transformation de l'aluminium</li> <li>8. Améliorer la résistance à l'usure, la tribologie et la lubrification des surfaces en aluminium</li> </ol>
Construction	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Mettre à niveau des infrastructures civiles vieillissantes</li> <li>10. Offrir des structures modulaires facilement assemblables en chantier</li> <li>11. Offrir en commercialisation des profilés de grandes tailles</li> <li>12. Concevoir des logiciels de conception intégrés spécifique à l'aluminium</li> <li>13. Offrir un centre d'aide en conception aluminium</li> </ol>
Moulage	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Mettre au point des alliages pour la fabrication de pièces structurelles par rhéomoulage semi-solide</li> <li>15. Concevoir un <i>Guide des meilleures pratiques du moulage</i></li> <li>16. Offrir des outils pour améliorer le niveau de compétitivité des fonderies</li> <li>17. Fabriquer à partir de métal liquide obtenu chez les producteurs primaires locaux</li> <li>18. Optimiser les procédés non concurrentiels en fonderie</li> <li>19. Améliorer les contrôles en temps réel des produits et procédés en utilisant des capteurs et des systèmes avancés</li> <li>20. Accroître l'efficacité énergétique des fonderies</li> <li>21. Offrir des pièces moulées de grandes dimensions ayant des parois minces</li> </ol>
Formage	<ol style="list-style-type: none"> <li>22. Établir un corpus des connaissances sur les coûts/bénéfices du cycle de vie de l'aluminium</li> <li>23. Concevoir des panneaux plats multimatériaux à base d'aluminium</li> <li>24. Développer l'hydroformage de l'aluminium</li> <li>25. Améliorer la simulation des procédés de formage de l'aluminium</li> <li>26. Développer de nouveaux procédés de formage conçus pour répondre aux besoins de l'industrie</li> </ol>
Assemblage	<ol style="list-style-type: none"> <li>27. Constituer un corpus de connaissances portant sur les adhésifs</li> <li>28. Former un groupe d'intérêt sur le soudage de l'aluminium par friction-malaxage</li> <li>29. Concevoir ou adapter des technologies de capteurs servant à la caractérisation des surfaces en aluminium</li> </ol>
Traitement de surfaces	<ol style="list-style-type: none"> <li>30. Offrir des tôles prépeintes capables de subir des opérations de formage</li> <li>31. Développer un traitement de conversion sans chrome</li> <li>32. Offrir et commercialiser des texturations décoratives à faibles coûts</li> <li>33. Concevoir une peinture applicable sur des substrats d'aluminium sans revêtement de conversion</li> <li>34. Rechercher et développer un traitement de surface pour empêcher l'adhésion de la glace</li> </ol>
Usinage	<ol style="list-style-type: none"> <li>35. Former un groupe d'intérêt en matière d'usinage de l'aluminium</li> <li>36. Améliorer les systèmes de mesure automatisée conçus pour l'optimisation du positionnement des pièces et l'amélioration de la performance des équipements</li> <li>37. Adopter un procédé d'usinage à sec de l'aluminium ou de MQL (technologie de lubrification minimale)</li> <li>38. Développer des outils analytiques, des solutions numériques et améliorer les capacités des logiciels conçus pour l'usinage de l'aluminium</li> </ol>


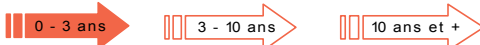




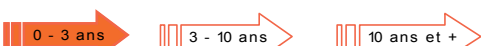

Figure 70: Complexité technique versus l'horizon de réalisation de chacune des opportunités

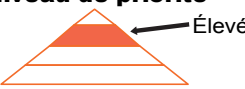




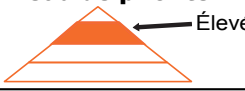
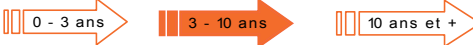
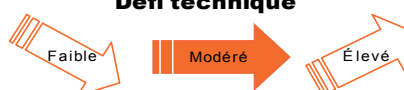
Note 1 : La grosseur de la bulle indique le potentiel de création de richesse

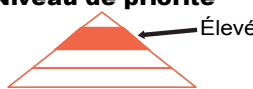
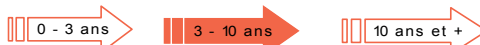
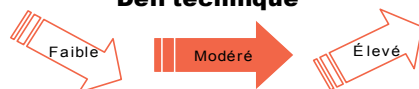

Note 2 : La couleur foncé indique un niveau de priorité élevé

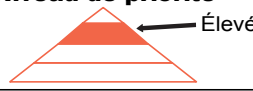
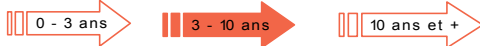


Transport	# 1	Offrir des solutions intégrées aux constructeurs OEM	Technologies ou marchés visés Transport
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Ceci requiert une approche systémique de résolution de problèmes et non une approche basée sur la conception et la fabrication d'une pièce à la fois. Les avenues de transformation optimale pour plusieurs catégories de pièces doivent être identifiées. La synergie entre plusieurs spécialités est nécessaire pour assurer la réussite. Des partenariats stratégiques entre les constructeurs, les fournisseurs de premier niveau, les producteurs d'aluminium, les PME et le gouvernement doivent être formés. Il est également nécessaire d'identifier les endroits dans les systèmes de transport où les coûts peuvent être réduits ou le fonctionnement amélioré.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Réduction de poids et des coûts Meilleures propriétés mécaniques des assemblages Meilleure insonorisation, résistance à la corrosion, résistance aux impacts, etc.		



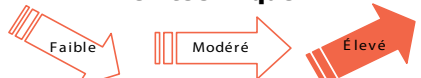
Transport	# 2	Développer des solutions multimatériaux	Technologies ou marchés visés Transport Construction
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Nécessite l'utilisation et la validation d'un procédé simple pour assurer la réalisation d'assemblages possédant toutes les propriétés requises à un coût compétitif. Certains problèmes particuliers tels l'assemblage et le formage de ces types de montages devront faire l'objet d'études plus approfondies. Le recyclage peut également devenir problématique.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution du poids et des coûts Amélioration des propriétés mécaniques de l'assemblage Meilleure insonorisation, résistance à la corrosion, résistance aux impacts, etc.		




Transport	# 3	<b>Mettre au point d'alliages conçus pour la fabrication de moteurs diesels offrant une plus grande résistance mécanique et à la chaleur</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b> Transport
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Nécessite la mise au point d'alliages offrant une meilleure résistance aux contraintes thermiques. Les constructeurs ont pour objectif futur de fabriquer davantage de moteurs diesels. L'aluminium servirait à la fabrication de plusieurs pièces de ces moteurs diesels. La collaboration pour la recherche est donc essentielle entre les différents intervenants et les équipes de travail.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution du poids et des coûts Augmentation de la part de marché Marché de grande taille dans l'industrie de l'aluminium Développement de nouveaux procédés qui seront appliquées au domaine de l'aluminium		

Transport	# 4	<b>Développer des alliages à haute résistance présentant une excellente formabilité à bas prix</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b> Transport
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Ces alliages doivent présenter une excellente formabilité (pliage sans fissure), un coût peu élevé et une résistance mécanique supérieure. De plus, ils sont transformables en produits de tôle à production de masse.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution du poids et des coûts Amélioration des propriétés mécaniques Amélioration de la finition de surface, augmentation du niveau de recyclabilité Augmentation du nombre de composantes dans les systèmes de transport		

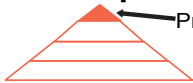
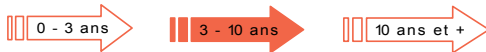
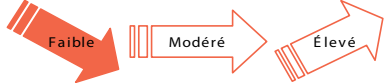

Transport	#	<b>Concevoir des structures plus légères pour les camions, les autobus et les véhicules récréatifs</b>		<b>Technologies ou marchés visés</b>
	5			Transport
	<b>Niveau de priorité</b>		<b>Horizon de réalisation</b>	
				
	<b>Éléments clés</b>			
	Le transport en commun est la solution la plus efficace pour réduire les émissions des gaz à effet de serre. Des camions ayant une structure de carrosserie plus légère pourraient nécessairement offrir une capacité de charge utile plus élevée. La réalisation de cette opportunité requiert une participation accrue du gouvernement ou une contribution majeure de la part des constructeurs. Elle nécessite également une connaissance approfondie des conditions entourant la fatigue générée par de lourdes charges. Les techniques d'assemblage doivent, du plus, être validées (soudage, collage, rivetage, etc). Finalement, des méthodes efficaces assurant le transfert des technologies ainsi que des gens compétents pour les utiliser sont requises.			
	<b>Défi technique</b>		<b>Impact économique</b>	
				
<b>Retombées</b>				
Coûts opérationnels plus bas Qualité et durabilité Moins de gaz à effet de serre et meilleure consommation de l'énergie				


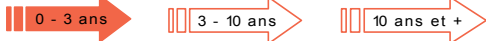


Transport	#	Développer des méthodes pour faire des pièces moulées de grandes dimensions à parois minces		Technologies ou marchés visés
	6			Transport
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Besoin de pièces à haute intégrité structurale. Requiert un niveau de porosité bas, une microstructure stable, un niveau d'inclusion peu élevé et un niveau de déformation faible lorsque la pièce est soumise à un traitement thermique. La solution idéale proposerait un prix abordable minimisant l'usinage final.			
	Défi technique		Impact économique	
				
Retombées				
Diminution du poids et des coûts Augmentation de la part du marché, ajout de nouvelles utilisations dans le secteur du moulage				

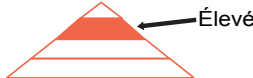
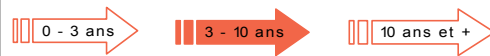


Transport	#	Réaliser une baisse des coûts substantielle pour les procédés de transformation de l'aluminium	Technologies ou marchés visés
	7		Transport
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> Plusieurs procédés de transformation de l'aluminium sont complexes et nécessitent de l'expertise et une main-d'oeuvre qualifiée, ce qui les rend plus coûteux que les matériaux concurrentiels. La clé du succès est de découvrir des méthodes simplifiant la transformation de l'aluminium. De plus, la réalisation de cette perspective d'avenir requiert une compréhension plus juste des meilleures pratiques, l'utilisation de modèles de prévision plus exacts et le développement de nouveaux alliages ou procédés.		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution du poids et des coûts Augmentation de la part de marché Développement de nouveaux procédés qui seront appliqués au domaine de l'aluminium		

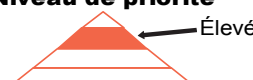
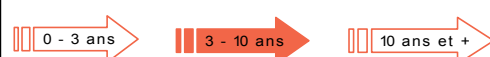


Transport	#	Améliorer la résistance à l'usure, la tribologie et la lubrification des surfaces en aluminium	Technologies ou marchés visés
	8		Transport
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> Requier des procédés d'usinage précis et rapides ainsi que la qualité des surfaces. Pratiquement toutes les surfaces à l'intérieur d'un moteur servent à des fonctions précises. Elles font partie intégrante d'une surface mécanique. Ce sont des besoins pour les alliages de fonderie principalement qui sont utilisés dans des applications motrices.		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution des coûts Augmentation de la part du marché Développement de nouveaux procédés qui seront appliqués au domaine de l'aluminium		

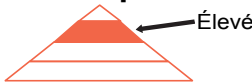
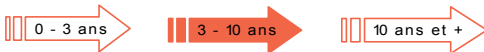





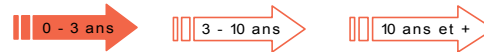
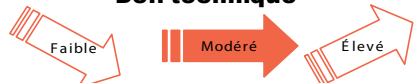

Construction	#	<b>Mettre à niveau des infrastructures civiles vieillissantes</b>		<b>Technologie ou marché visé</b>
	9			Construction
	<b>Niveau de priorité</b>		<b>Horizon de réalisation</b>	
				
	<b>Éléments clés</b>			
	Capacité de l'industrie de l'aluminium à promouvoir des solutions où les coûts du cycle de vie sont moindres comparés aux solutions traditionnelles acier et béton. Démontrer un coût plus bas d'installation et de maintenance. Écoute et volonté gouvernementale. Influence sur les normes nationales et nord-américaines. Besoin d'une organisation qui parle d'une voix unifiée.			
	<b>Défi technique</b>		<b>Impact économique</b>	
				
<b>Retombées</b>				
Utilisation accrue de l'aluminium Expertise locale exportable				


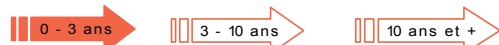

Construction	#	Offrir des structures modulaires facilement assemblables en chantier		Technologie ou marché visé
	10			Construction
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Structures utilisant les avantages du clippage des profils d'aluminium. Déjà très à la mode en Europe, ce type de produit a potentiellement des chances de percer en Amérique du Nord s'il est correctement mis en marché. La perception du consommateur est un facteur déterminant et les promoteurs doivent cibler les aspects haut de gamme et durabilité. Pour le contracteur, l'intérêt réside plutôt dans la diminution des coûts de main-d'œuvre.			
	Défi technique		Impact économique	
				
Retombées				
Coût de main-d'œuvre spécialisée sur les chantiers Temps d'assemblage des structures				

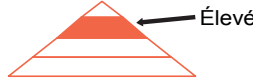
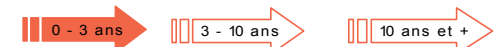


Construction	#	Offrir en commercialisation des profilés de grandes tailles		Technologie ou marché visé
	11			Construction
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	La conception des ouvrages structuraux et architecturaux en aluminium est souvent limitée par la disponibilité de profilés de grandes tailles. L'assemblage de plusieurs profilés pour réaliser le design désiré n'est souvent pas attrayant architecturalement ou indiqué structurellement. L'assemblage par la technique FSW serait une solution intéressante à cette problématique. Cette opportunité permettrait aux produits structuraux et architecturaux en aluminium de compétitionner favorablement les produits impliquant d'autres matériaux.			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Coûts de main-d'œuvre spécialisé sur les chantiers Temps d'assemblage des structures Usage accru d'aluminium				

Construction	#	Concevoir des logiciels de conception intégrée spécifique à l'aluminium		Technologie ou marché visé
	12			Construction
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Logiciel de calcul propre à l'aluminium qui intégrerait l'analyse matricielle, le dimensionnement selon les normes canadiennes, américaines et européennes, un guide de référence électronique, ainsi que des liens avec les fournisseurs de produits d'aluminium (extrudeurs, grossistes, producteurs majeurs).			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Utilisation accrue de l'aluminium par les concepteurs de structures				

Construction	#	Offrir centre d'aide en conception aluminium		Technologie ou marché visé
	13			Construction
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Site d'aide virtuelle ou réelle pour les architectes et les ingénieurs favorisant l'entraînement à la tâche. On devrait s'inspirer des sites web AISC.ORG (American Institute of Steel Construction) et NSBA.ORG (National Steel Bridge Association). Exemple: site WWW.AISC.ORG			
	Défi technique		Impact économique	
				
Retombées				
Utilisation accrue de l'aluminium				

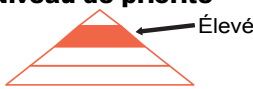

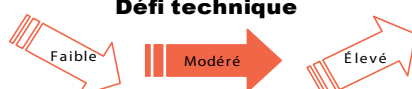

Moulage	#	<b>Mettre au point des alliages pour la fabrication de pièces structurales par rhéomoulage semi-solide</b>		<b>Technologies ou marchés visés</b>
	14			Moulage
	<b>Niveau de priorité</b>		<b>Horizon de réalisation</b>	
				
	<b>Éléments clés</b>			
	Besoin d'alliages ayant de bonnes propriétés mécaniques sans traitement thermique. Caractéristiques recherchées: alliages pouvant être traités thermiquement ou non, être soudables, avoir de bonnes propriétés mécaniques et être peu coûteux en grande quantité. Le traitement thermique est un procédé particulièrement énergivore; le vieillissement artificiel des alliages immédiatement après leur retrait du moule leur donnerait des propriétés hautement prisées, qui, autrement, ne pourraient être obtenues qu'en utilisant un T6.			
	<b>Défi technique</b>		<b>Impact économique</b>	
				
<b>Retombées</b>				
Diminution du poids et des coûts Amélioration des propriétés mécaniques Finition de la surface, recyclabilité Augmentation du nombre de pièces en aluminium utilisées dans les systèmes de transport				


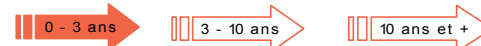


Moulage	#	<b>Concevoir un <i>Guide des meilleures pratiques du moulage</i></b>		<b>Technologies ou marchés visés</b>
	15			Moulage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 	
	<b>Éléments clés</b> Regrouper les meilleures pratiques qui ne sont pas spécifiques à des procédés mais qui meneraient vers une coulée en fonderie moins coûteuse tout en augmentant la qualité. Ce guide pourrait se présenter sous la forme d'un recueil de plusieurs des meilleures pratiques actuelles en matière de traitement du métal, de l'écume, du nettoyage des fours, de la manutention du métal liquide, de la sécurité, de l'entretien des moules, du traitement thermique, de l'usinage efficace des alliages de fonderies, etc.			
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$	
	<b>Retombées</b> Diminution des coûts Diffusion des connaissances Qualité			

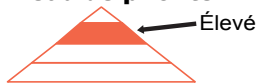
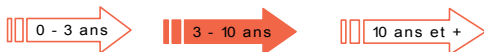


Moulage	#	Offrir des outils pour améliorer le niveau de compétitivité des fonderies		Technologies ou marchés visés
	16			Moulage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	L'industrie à besoin d'un corpus des connaissances sur la compétitivité en matière de moulage d'aluminium. Fournir aux mouleurs canadiens un outil de développement de marchés concret pouvant être utilisé pour promouvoir leur expertise. Tenir une liste des mouleurs d'aluminium au Canada et y inclure leur expertise et expériences respectives. Démontrer les avantages de l'aluminium et calculer le coût réel de l'aluminium versus le coût des autres matériaux et identifier les créneaux de marché où les fonderies peuvent être compétitives. Expliquer aux différents secteurs quels sont les avantages à utiliser l'aluminium. Recueillir de l'information démontrant l'efficacité de l'aluminium en tant que solution. Recueillir des chiffres, des données, des résultats de recherches et d'analyses pour l'industrie. Satisfaire le besoin de mieux faire connaître les principaux acteurs et les décideurs. Le recueil pourrait inclure des conseils concernant les spécifications techniques / spécifications de conception / exigences de performance et un guide de l'acheteur facilitant l'achat de pièces moulées.			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Utilisation plus accrue de l'aluminium				
Création d'emplois				
Création de richesse au niveau local				
Diminution de la perte de marché aux producteurs étrangers parce qu'il n'y a pas de solution canadienne viable.				

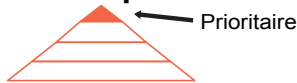
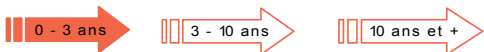


Moulage	#	Fabriquer à partir de métal liquide obtenu chez les producteurs primaires locaux		Technologies ou marchés visés
	17			Moulage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
	Éléments clés			
Le transport et le volume sont deux éléments importants pour lesquels il faudra trouver des solutions. Serait-il possible d'effectuer le transport d'alliages en fusion sur de longues distances (> 400 km) ou de les maintenir en phase liquide de façon rentable pour de longues périodes de temps (> 24 heures)? Les services de courtiers de fret routier pourraient s'avérer nécessaires.				
Défi technique		Impact économique		
Retombées				
Meilleure consommation énergétique Baisse des coûts, amélioration de la qualité				

Moulage	#	Optimiser les procédés non concurrentiels en fonderie		Technologies ou marchés visés
	18			Moulage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
	<b>Éléments clés</b> Un certain nombre des meilleures pratiques en matière de moulage existent déjà, mais requièrent des stratégies de déploiement plus efficaces. L'optimisation ainsi que le contrôle de plusieurs éléments non concurrentiels, tels le traitement du métal et l'optimisation des fours, sont souvent limités par un manque de disponibilité au niveau des ressources dans les PME. Des réseaux facilitant (ex: Réseau Trans-Al Inc) ainsi que les organismes de soutien locaux (ex: CIFM) pourraient mener vers un déploiement plus efficace. Cette perspective d'avenir peut se situer dans la même lignée que la perspective d'avenir numéro 15. Ce facteur, à lui seul, ne peut compenser les stratégies axées sur le marché ou la spécialisation; deux approches qui demeurent des éléments clés en ce qui a trait au développement durable de ce secteur.			
Défi technique		Impact économique		
<b>Retombées</b> Baisse des coûts, périodes de non-productivité Fiabilité, productivité, qualité et respect de l'environnement Plus de temps disponible pour le démarchage				




Moulage	#	Améliorer les contrôles en temps réel de produits et procédés en utilisant des capteurs et des systèmes avancés		Technologies ou marchés visés
	19			Moulage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Besoin requérant des solutions rentables et fiables dans le but d'améliorer ou de caractériser la qualité. Le besoin de mesures in situ et de technologies ND à faible coût demeurent toujours nécessaires. La fiabilité est un élément clé pour atteindre un coût peu élevé dans ce domaine à grande cadence de production.			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Réduction des coûts Productivité Qualité				




Moulage	#	Accroître l'efficacité énergétique des fonderies		Technologies ou marchés visés
	20			Moulage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Ce besoin représente un défi permanent. Ceci requiert des solutions progressives autant que révolutionnaires. Ceci est un besoin pour les fours de fusion, les fours de maintien et les fours utilisés pour le traitement thermique.			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Réduction des coûts et de la consommation énergétique Respect de l'environnement				


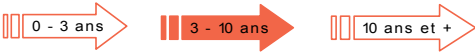

Moulage	#	Offrir des pièces moulées de grandes dimensions ayant des parois minces		Technologies ou marchés visés
	21			Moulage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Il est nécessaire de maintenir le niveau de productivité lors de la fabrication de pièces à haute intégrité structurelle. Ceci requiert de nouvelles machines et techniques ainsi qu'un processus de conception/développement axé sur la modélisation avancée. Serait-il possible de réaliser cela en utilisant un processus de mise au point des alliages?			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Diminution du poids et des coûts				
Augmentation de la part du marché et élaboration de nouvelles applications dans le domaine du moulage				


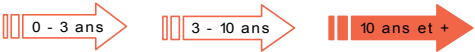

Formage	#	Établir un corpus des connaissances sur les coûts/bénéfices du cycle de vie de l'aluminium		Technologies ou marchés visés
	22			Formage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Requiert une source fiable d'information et des exemples d'utilisation qui serviront à démontrer que l'aluminium offre un coût sur son cycle de vie moindre que celui des autres matériaux. Les PME canadiennes doivent se familiariser avec l'analyse du coût et des avantages du cycle de vie des produits. Ceci permettrait de leur démontrer tous les avantages découlant de son utilisation.			
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Davantage de produits en aluminium Marge de profit accrue pour les PME				

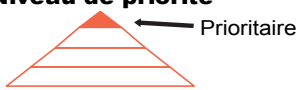
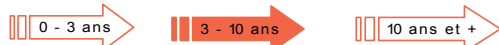








Formage	# 23	<b>Concevoir des panneaux plats multimatériaux à base d'aluminium</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b> Formage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Ces produits, qui sont principalement destinés au domaine de la construction et du transport, doivent être peu coûteux. La formation, le soutien, la main-d'oeuvre spécialisée, le contrôle de la qualité, le niveau d'expertise et de connaissances en conception seront des éléments clés à posséder pour assurer le succès d'une telle opportunité.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Réduction du poids et des coûts Propriétés mécaniques améliorées, ajout de nouveaux produits Contrôle du procédé accru Temps de mise en marché réduit		

Formage	# 24	<b>Développer hydroformage de l'aluminium</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b> Formage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>La fiabilité des modèles de prévision pour les logiciels de conception doit être assurée. En ce qui a trait à l'hydroformage de tubes devant servir à des applications dans l'industrie de l'automobile, l'approvisionnement à faible coût de grandes quantités de tubes extrudés et de tubes fabriqués à partir de tôle est toujours problématique.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution du poids et des coûts Amélioration des propriétés mécaniques Augmentation du nombre de composantes en aluminium dans le domaine du transport		

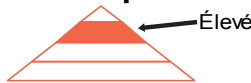
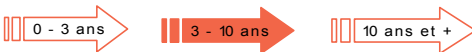


Formage	# 25	<b>Améliorer la simulation des procédés de formage de l'aluminium</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b> Formage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Il est nécessaire de rehausser le corpus des connaissances et la compréhension de chacune des technologies de formage pour être plus compétitifs, améliorer la conception, réduire le temps de réalisation des prototypes et diminuer le temps d'implantation requis par les constructeurs, les fournisseurs de premier niveau et les PME. La validation est la clé du succès.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Réduction du poids et des coûts Amélioration des propriétés mécaniques, ajout de nouveaux produits Contrôle du procédé amélioré Temps de mise en marché réduit		

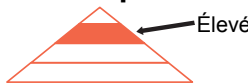



Formage	# 26	<b>Développer de nouveaux procédés de formage conçus pour répondre aux besoins de l'industrie</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b> Formage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>L'industrie a besoin de nouveaux procédés pour la fabrication de pièces complexes à faible coût. Exemple possible: le formage à tiède (base de données), le formage par induction, le formage de flancs avec des propriétés variables et l'hydroformage de tôle.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Diminution des coûts et du poids dans les systèmes Davantage de produits à base d'aluminium		

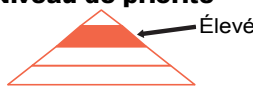
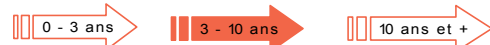
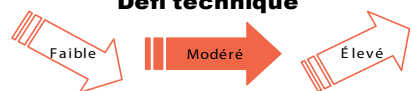

Assemblage	#	Constituer un corpus de connaissances portant sur les adhésifs		Technologies ou marchés visés
	27			Assemblage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	L'un des problèmes inhérents à ce type de technique d'assemblage se trouve dans le fait que les procédures de fabrication industrielle fondées sur l'utilisation d'adhésifs structuraux sont délicates. Plusieurs éléments tels la mouillabilité du substrat due à l'adhésif, la température, l'humidité atmosphérique, la longueur de la phase de durcissement et la géométrie des assemblages sont des facteurs qui placent cette technologie à part des autres technologies d'assemblage. L'assemblage à froid à l'aide d'adhésifs est beaucoup plus complexe que le simple choix du meilleur adhésif. Une jonction à base d'adhésif de haute qualité doit contenir les éléments suivants : la préparation de la surface, les méthodes d'assemblage utilisées, le contrôle de la qualité ainsi que le design et la dimension des assemblages.			
	Défi technique		Impact économique	
				
Retombées				
Connaissances				
Transfert de connaissances				
Innovation				
Temps d'assemblage plus court et coûts réduits				

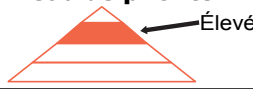
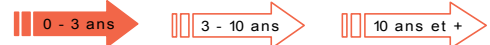
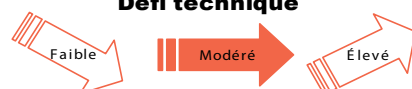

Assemblage	#	Former un groupe d'intérêt sur le soudage de l'aluminium par friction-malaxage		Technologies ou marchés visés
	28			Assemblage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	Groupe technologique (ou groupe d'intérêts) ayant pour but d'établir des collaborations stratégiques avec les intervenants du secteur de la technologie. Ils doivent aussi promouvoir de la conception de nouvelles technologies et s'assurer qu'elles sont utilisées pas l'industrie. Les groupes de travail on le rôle de rassembler les représentants de l'industrie, des universités et des gouvernements. Ce regroupement doit déterminer les orientations technologiques des activités de RD préconcurrentielles. Les sujets à étudier en matière de soudage par friction-malaxage sont les suivants : les paramètres, les outils et les propriétés des matériaux. Cette démarche devrait inclure au moins un grand fabricant de produits (constructeur OEM).			
	Défi technique		Impact économique	
				
Retombées				
Partage de connaissances				
Innovation				





# 6 BESOINS ET OPPORTUNITÉS TECHNOLOGIQUES ET DE MARCHÉS

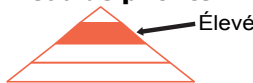
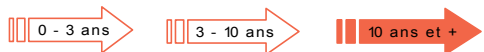


Assemblage	#	Concevoir ou adapter des technologies de capteurs servant à la caractérisation des surfaces en aluminium		Technologies ou marchés visés
	29			Assemblage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
La caractérisation rapide des surfaces serait très utile lors d'opérations de soudage ou d'assemblage par collage de l'aluminium. En ce qui a trait au soudage, il est primordial d'assurer une qualité homogène des soudures en corrigeant les lacunes (ex. : l'inexactitude des dimensions et la déformation occasionnée lors de l'opération de soudage). L'utilisation de capteurs conçus spécifiquement pour mesurer les propriétés réfléchissantes de l'aluminium est donc nécessaire. En ce qui concerne l'assemblage par collage (ainsi que d'autres procédés d'assemblage sans fusion, incluant le soudage par friction-malaxage et l'assemblage par ultra-sons), la rugosité et la propreté sont des paramètres de surface importants qui peuvent altérer la qualité du collage. Aujourd'hui, plusieurs solutions pourraient être développées grâce aux systèmes à fibres optiques et au laser, aux caméras et aux ordinateurs. Certaines solutions sont présentement disponibles, mais comme elles sont conçues spécifiquement pour l'acier ou pour d'autres matériaux, elles sont donc très peu adaptées aux propriétés de l'aluminium.				
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Qualité d'assemblage supérieure et solutions plus compétitives Diminution des coûts				

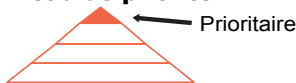



Traitement de surfaces	#	Offrir des tôles prépeintes capables de subir des opérations de formage		Technologies ou marchés visés
	30			Traitement de surfaces
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
Cela est un besoin en évolution continue qui demande des améliorations constantes. Le potentiel d'utilisation est très vaste dans le domaine des tôles utilisées dans la fabrication des automobiles et des électroménagers. Les éléments importants à prendre en considération sont les suivants : l'appariement des couleurs lorsque plusieurs pièces sont assemblées, le rabattage, le formage dans le but de fabriquer des formes complexes et la compatibilité avec l'ensemble du procédé de fabrication.				
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Économie de temps et élargissement du nombre d'applications dans le domaine de l'aluminium Moins d'étapes qu'un processus de fabrication par lot				

Traitement de surfaces	#	Développer un traitement de conversion sans chrome		Technologies ou marchés visés
	31			Traitement de surfaces
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
<p>L'application d'une couche de conversion au chromate est un traitement de surface efficace qui facilite l'adhésion d'un enrobage organique sur l'aluminium et procure une protection contre la corrosion. Le chromate soulève certaines préoccupations étant donné que son utilisation présente des risques pour l'environnement; un élément important qui exige son remplacement par des matériaux plus propres. L'OSHA (commission de la santé et de la sécurité au travail américaine) devrait bientôt promulguer de nouveaux règlements qui limiteront les quantités de chrome hexavalent auxquelles les travailleurs d'ateliers pourront être exposés. Il est fort probable que les autorités canadiennes feront de même par la suite. Présentement, de nouvelles solutions existent pour les systèmes aérospaciaux. Cependant, ces solutions sont dispendieuses et s'avèrent difficiles à adapter pour les entreprises manufacturières et plus spécifiquement pour les PME. Le besoin est donc clair : il faut développer une peinture à base de polymère commun, qui sera utilisée pour prétraiter les surfaces afin de maximiser le niveau d'adhésion initial et d'assurer la protection contre la corrosion.</p>				
Défi technique			Impact économique	
				
Retombées				
Positif pour l'environnement				
Économie de coûts si de nouvelles réglementations sont introduites				

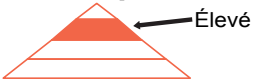
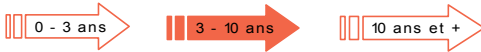

Traitement de surfaces	#	Offrir et commercialiser des texturations décoratives à faibles coûts		Technologies ou marchés visés
	32			Traitement de surfaces
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
La disponibilité de textures et de couleurs variées sont des éléments clés. L'appariement des couleurs lorsque plusieurs pièces sont assemblées et le formage dans le but de fabriquer des formes complexes sont aussi importants. Cette opportunité nécessite une amélioration continue et son potentiel d'utilisation est très varié dans le domaine des électroménagers et des produits architecturaux.				
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
Élargissement du nombre d'applications dans le domaine de l'aluminium Produits générant des marges de profit plus élevées				

Traitement de surfaces	#	<b>Concevoir une peinture applicable sur des substrats d'aluminium sans revêtement de conversion</b>		<b>Technologies ou marchés visés</b>
	33			Traitement de surfaces
	<b>Niveau de priorité</b>		<b>Horizon de réalisation</b>	
				
	<b>Éléments clés</b>			
	Plusieurs éléments responsables de l'adhésion de la peinture sont reliés à la nature du substrat, la préparation / prétraitement de la surface, la composition de la résine utilisée comme liant, la nature du solvant, la viscosité, la méthode choisie pour appliquer la peinture et l'épaisseur de la couche. La façon dont ces paramètres influencent l'adhésion d'une couche de peinture sur un substrat métallique n'a pas encore été entièrement définie. Les éléments suivants doivent faire l'objet de recherches dans le but d'obtenir de l'information pertinente à ce sujet : i) l'influence de l'indice d'acidité et de l'indice d'hydroxyle de la résine utilisée comme liant; ii) l'effet de la préparation et du prétraitement; iii) la variation de la force d'adhérence en fonction de l'épaisseur de la couche de peinture; iv) le niveau de pigmentation et l'utilisation de matières de charge / remplissage pour remplacer en partie les pigments de fond; v) la force de liaison des couches de peinture sur des substrats métalliques.			
	<b>Défi technique</b>		<b>Impact économique</b>	
				
<b>Retombées</b>				
Procédé plus rapide Économie de coûts				


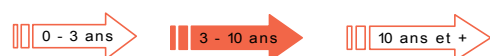
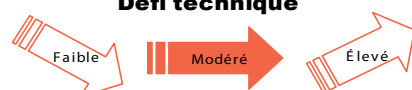

Traitement de surfaces	#	Rechercher et développer traitement de surface pour empêcher l'adhésion de la glace		Technologies ou marchés visés
	34			Traitement de surfaces
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
	<p>L'adhésion de la glace sur les fils conducteurs d'électricité en aluminium est un phénomène qui entraîne plusieurs problèmes dans la société. On a tenté de réduire l'adhésion de la glace en appliquant des revêtements spéciaux. Toutefois, la physique fondamentale de ce phénomène requiert des recherches plus approfondies. Une meilleure compréhension des mécanismes physiques responsables de l'adhésion de la glace et de la façon dont la glace adhère aux surfaces s'avère donc nécessaire. Plus précisément, nous devons découvrir la nature ainsi que la force des liaisons moléculaires entre la glace et l'aluminium. Les mécanismes de base de l'adhésion de la glace peuvent être divisés en trois catégories principales : l'interaction électrostatique, les liaisons covalentes ou chimiques et les forces de dispersion ou de fluctuation.</p>			
	Défi technique		Impact économique	
				
Retombées				
<p>Amélioration au niveau de l'approvisionnement en électricité Économie par rapport aux coûts en cas de verglas</p>				

Usinage	#	Former un groupe d'intérêt en matière d'usinage de l'aluminium		Technologies ou marchés visés
	35			Usinage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 	
	<b>Éléments clés</b> <p>Groupe technologique (ou groupe d'intérêt) ayant pour but d'établir des collaborations stratégiques avec les intervenants du secteur de la technologie. Ils doivent aussi promouvoir la conception de nouvelles technologies et s'assurer qu'elles sont utilisées par l'industrie. Les groupes de travail doivent resserrer les liens entre le secteur privé et les institutions de R et DT (recherche et développement technologique) en rassemblant les représentants de l'industrie, des universités, des gouvernements et des organismes de recherche. Ce regroupement doit coordonner les activités de R et DT pour satisfaire les besoins des entreprises manufacturières et déterminer les orientations technologiques des activités de R et DT préconcurrentielles. Cette démarche devrait inclure au moins un grand fabricant de produits (constructeur OEM).</p>			
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> 	
	<b>Retombées</b> Partage de connaissances Innovation Innovation menant vers de nouveaux marchés locaux et mondiaux Meilleure coordination des activités de R et DT pour répondre aux besoins des entreprises manufacturières. Rendre l'industrie canadienne plus compétitive sur le marché mondial			

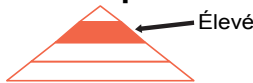

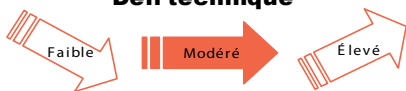



Usinage	# 36	<b>Améliorer les systèmes de mesure automatisée conçus pour l'optimisation du positionnement des pièces et l'amélioration de la performance des équipements</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b>  Usinage
	<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
	<b>Éléments clés</b> <p>Il est primordial de développer, d'implémenter et d'utiliser des systèmes de mesure automatisés pour le positionnement rapide de pièces et le réglage des outils de coupe. Ces systèmes pourraient faire partie du processus d'entretien automatique des équipements en mesurant la précision d'un usinage (détecter l'usure des outils et contrôler les dimensions) et des pièces (contrôler les dimensions en direct) dans le but de déterminer l'état des outils de coupe. L'utilisation de tels systèmes rehausserait la précision des dimensions des pièces et réduirait les déchets tout en augmentant le niveau de production en réduisant le temps de montage et de réglage. De plus, l'intégration d'un système intelligent basé sur l'utilisation de capteurs s'avère très important à toutes les étapes de production et plus particulièrement dans les unités de production flexible.</p> <p>Le développement et l'implémentation d'un système de contrôle est nécessaire pour réduire le nombre de pièces rejetées par erreur ainsi que celles qui comportent des défauts, mais qui ne sont pas rejetées. Finalement, le développement et l'implémentation de techniques de contrôle adaptatives entraîneront une utilisation maximale des équipements et en amélioreront le niveau de performance.</p>		
	<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> \$    \$\$    \$\$\$
	<b>Retombées</b> Augmentation du niveau de production Haut rendement d'inspection Précision accrue de l'usinage et amélioration de la qualité du produit Réduction du temps de mise en place, des rebuts, de la consommation énergétique et des coûts Nocivité moindre pour l'environnement		



Usinage	#	Adopter un procédé d'usinage à sec de l'aluminium ou de MQL (technologie de lubrification minimale)		Technologies ou marchés visés
	37			Usinage
	Niveau de priorité		Horizon de réalisation	
				
	Éléments clés			
<p>La MQL est un nouveau procédé selon lequel une quantité minimale de lubrifiant (débité de façon continue) est mélangée avec l'air sur la pointe d'un outil. L'utilisation de la MQL s'avère très avantageuse; elle permet d'obtenir de meilleurs résultats lors de l'usinage de pièces et de minimiser l'usure des outils et des machines. De plus, la MQL est moins nocive pour l'environnement et génère des économies. Cette technologie respectueuse de l'environnement améliore la qualité au niveau de la surface de la pièce, augmente la durée de vie des outils, réduit l'entretien supplémentaire engendré par la contamination du fluide de refroidissement, diminue les coûts de lubrification, abaisse le temps d'élimination des lubrifiants usés et des cycles de nettoyage et limite les risques d'accidents de travail reliés aux éclaboussures du liquide de coupe.</p> <p>Toutefois, réduire l'écart entre le coût du perçage avec arrosage et le coût du perçage à sec demeure un défi technique devant être surmonté. De plus, deux problématiques majeures doivent être résolues avant que l'on puisse réussir à substituer la technique d'usinage avec lubrification minimale à celle traditionnelle d'usinage avec arrosage. La première nécessite la conception / adaptation d'équipements MQL pour des opérations de coupe tout en conservant leurs niveaux de performance habituels. La seconde consiste à développer une méthode permettant de retirer les copeaux, principalement lors des opérations de perçage.</p>				
Défi technique		Impact économique		
				
Retombées				
<p>Économie de coûts lors des opérations d'usinage à grande échelle</p> <p>Amélioration de la qualité au niveau de la surface de la pièce</p> <p>Réduction des risques d'accidents reliés aux éclaboussures du liquide de coupe</p> <p>Réduction des effets nocifs sur l'environnement (technologie respectueuse de l'environnement)</p>				

Usinage

#	<b>Développer des outils analytiques, des solutions numériques et améliorer les capacités des logiciels conçus pour l'usinage de l'aluminium</b>	<b>Technologies ou marchés visés</b>
38		Usinage
<b>Niveau de priorité</b> 		<b>Horizon de réalisation</b> 
<b>Éléments clés</b> <p>Les procédés d'usinage exigent des investissements considérables en termes de temps et de ressources. Pour mieux lancer l'utilisation de procédés d'usinage à haut rendement, à haute vitesse ou à haute précision au moment opportun, il est nécessaire d'utiliser des modèles décrivant les principes des procédés d'usinage propres à l'aluminium. En s'appuyant sur ces modèles, les paramètres optimaux d'usinage peuvent être obtenus. L'intégration de ces modèles permet la sélection des procédés de fabrication les plus économiques ou de la ligne de transformation la plus efficace.</p> <p>Les outils analytiques et les logiciels obtenus devraient permettre de prévoir le broutage, la stabilité en usinage, la dynamique des structures à parois minces, la formation de bavures, les contraintes résiduelles, la distorsion et le gauchissement ainsi que la durée de vie des outils utilisés pour l'usinage de l'aluminium. La simulation par ordinateur des opérations de découpage peut réduire la quantité d'itérations de conception et générer une diminution substantielle des coûts. Cette approche aiderait également dans la conception de nouvelles technologies d'usinage.</p>		
<b>Défi technique</b> 		<b>Impact économique</b> 
<b>Retombées</b> Augmentation du niveau de production Précision accrue lors des opérations d'usinage Composantes de meilleure qualité Coûts moins élevés Diminution des rebuts		



## 7. CONCLUSION

La réalisation de la *Carte routière technologique de l'industrie canadienne de l'aluminium* en 2000 a eu des **retombées positives tangibles** dont la création du Centre des technologies de l'aluminium au sein du Conseil national de recherches du Canada.

Près de sept ans plus tard, on constate que **l'importance relative du Canada comme producteur primaire est en décroissance** malgré l'augmentation de la production. La situation est comparable sur le plan de la production des produits semi-finis. Nous importons d'outremer de plus en plus de produits extrudés et nous ne faisons que maintenir notre statu quo par rapport à la production de pièces moulées sans toutefois être un joueur important. Cela s'explique par la croissance massive de la production des pays tels que la Chine.

**L'industrie nord-américaine de l'aluminium est fortement intégrée verticalement** avec des installations au Canada, aux États-Unis et même des filiales en Europe. Le Canada est, de ce fait, **un importateur net de produits semi-finis** même s'il est un producteur important pour divers types de ces produits.

En parallèle à l'augmentation de la production mondiale, **la consommation d'aluminium croîtra de façon significative partout dans le monde dans les 10 prochaines années**. Il est même prévu que l'Asie consomme deux fois plus d'aluminium que l'Amérique du Nord. Cet état de fait représente une manne intéressante à saisir pour l'industrie canadienne de la transformation de l'aluminium. Un large éventail de possibilités sera ainsi réparti dans l'ensemble des marchés.

Afin de résister à la fuite vers l'Orient de la fabrication de produits finis, les manufacturiers canadiens seraient bien avisés d'investir des efforts dans **la conception et les technologies manufacturières de pointe**.

Tout dépendant des choix de société, la croissance de la consommation d'aluminium dans l'industrie du transport se situera entre 20 % et 70 % en Amérique du Nord. Toutefois, la synergie est nécessaire pour en arriver à mieux contrôler les technologies qui nous permettront de développer nous-mêmes des applications gagnantes, dotées d'un grand potentiel de création de richesses. Plusieurs technologies en émergence ou en croissance demandent maintenant **une approche système et multimatériau** pour obtenir une utilisation accrue. Il faut donc, dès à présent, développer la compréhension des mécanismes de combinaison des matériaux et favoriser la formation des concepteurs.

L'industrie de la construction n'est pas en reste. Sur une période de 10 ans, une croissance de 58 % devrait être remarquée sur le continent asiatique comparativement à 20 % pour l'Europe et l'Amérique du Nord. **Le manque de promotion et d'information auprès du public limite toutefois la percée** d'un bon nombre d'applications en émergence et en croissance. La compétitivité de l'aluminium doit également être augmentée afin de mettre en place des stratégies gagnantes dans nos propres niches et celles d'envergure mondiales. Cela peut se faire à plusieurs niveaux, que ce soit en tirant profit de l'approche système, de l'analyse de cycle de vie ou encore par la combinaison de certains matériaux.

Les besoins sont criants en ce qui concerne les diverses plateformes technologiques liées à l'industrie de la transformation de l'aluminium. On constate actuellement un **déplacement vers les pays émergents** de la production des pièces moulées et mises en forme réalisées à partir **de technologies matures**. Bientôt, il en sera de même pour la production utilisant des technologies émergentes et en croissance. Le retard technologique de ces pays sera vite comblé, ce qui leur permettra de devenir des compétiteurs de taille. L'industrie de l'assemblage doit absolument disposer de bases de compétences en assemblage et doit s'affairer à continuer à développer ces capacités. Des méthodes respectueuses de l'environnement et de la santé des travailleurs sont réclamées dans le domaine du traitement de surface, tandis que la mise en marchés d'alliages traités en surface offrant des propriétés améliorées peut ouvrir la porte à de nouveaux marchés niches. Pour l'usinage, le support à la promotion et à la formation sur l'utilisation des nouveaux équipements et des nouveaux procédés favorisera la revitalisation de cette plateforme.

Les équipementiers et fournisseurs de services spécialisés canadiens, quant à eux, peuvent miser sur des perspectives favorables au niveau mondial. Ils doivent toutefois mieux connaître leurs clients en fonction des technologies de production utilisées et des marchés couverts afin d'être en mesure de pouvoir leur offrir la **meilleure solution globale** désirée.

Le Canada possède actuellement des connaissances avancées quant aux technologies les plus récentes et doit continuer à miser sur ces technologies. Il faut toutefois s'attarder aux enjeux humains telle l'acquisition du **savoir-faire et de la formation** pour pouvoir conserver notre avance. Plusieurs opportunités ne pourront être saisies que si les organismes de soutien et les diverses autres institutions **collaborent et coopèrent** entre eux. Il faut assurer un déploiement rapide des nouvelles capacités de production pour demeurer compétitifs.

L'industrie canadienne doit dès maintenant **se rassembler pour relever ces défis** qui se situent au niveau de la connaissance des technologies liées à la production de l'aluminium et de ses produits semi-finis ainsi que des marchés de l'aluminium; de la montée fulgurante des applications multi-matériaux; de la conception à partir d'une **approche système; de l'analyse du cycle de vie; de la promotion et de l'information** ainsi que des difficultés d'approvisionnement. Ces défis sont de taille, mais peuvent être relevés avec brio si le Canada s'en donne les moyens dès à présent.

De ces constations sont issues **quatre recommandations** qui permettront à l'industrie canadienne de consolider sa position. **Trente-huit besoins et opportunités** ont également été sélectionnés en raison de leur potentiel de création de richesses, d'un horizon de réalisation intéressant et d'un défi technique en mesure d'être relevé. L'appropriation de ces recommandations et des opportunités par les divers intervenants liés au domaine de la transformation de l'aluminium permettra au Canada de jouer le rôle auquel il est appelé, celui de leader.



## 8. RECOMMANDATIONS DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE

### RECOMMANDATION 1

**Assurer une coordination et une coopération rigoureuse de tous les acteurs de la transformation de l'aluminium au Canada**

D'une façon unanime, les participants aux cinq ateliers ont suggéré de mettre en place une structure de coordination. Beaucoup ont aussi affirmé qu'il devait y avoir plus de coopération entre les différents groupes d'intérêt.

*Nous recommandons d'inviter à une même table les groupes d'entreprises ayant l'aluminium au cœur de leurs opérations, les groupements d'ingénieurs-conseils et d'architectes, les regroupements universitaires, les centres de recherche, les organismes gouvernementaux, les grandes entreprises productrices ainsi que quelques grands constructeurs.*

#### COMMENT ET PAR QUI ?

Il est fondamental que le but premier demeure la coordination et la coopération. Il ne s'agit donc pas de créer une structure au-dessus des autres ou de créer un autre acronyme, mais bien de joindre ensemble toutes les parties qui forment aujourd'hui l'industrie de la transformation de l'aluminium.

Il importe de maintenir un lien entre les gens de l'industrie d'une façon structurée. Dans les cinq dernières années, beaucoup de travail et d'initiatives constructives ont été réalisées sans coordination globale et cela a pu occasionner des pertes d'opportunités pour créer de la synergie à l'échelle canadienne.

Les groupes et organisations membres du comité d'orientation de la Carte routière technologique de la transformation de l'aluminium 2006 feraient déjà un bon groupe de départ auquel pourrait s'ajouter d'autres intervenants impliqués dans la transformation de l'aluminium.

#### MANDAT POSSIBLE

Le regroupement ainsi formalisé aurait le mandat de structurer et de promouvoir la transformation de l'aluminium au Canada. Ce dernier agirait comme phare et comme pôle. Il assurerait une présence mieux coordonnée des intervenants du domaine de l'aluminium pour en maximiser l'impact. Le regroupement aurait un rôle de communication très important auprès des décideurs publics, des gens techniques, des gens d'affaires et du public et devrait s'assurer d'avoir un maximum de visibilité tant au niveau canadien que nord-américain. Le mandat pourrait inclure la coordination des activités de RD, des activités de promotion, de déploiement et les efforts pour faire accepter plus d'aluminium dans les normes au Canada et en Amérique du Nord.

#### ENGAGEMENT

Il est primordial d'obtenir un engagement formel et réel de la part des grands producteurs et de chacune des organisations invitées dans une éventuelle structure de coordination et de collaboration de l'industrie de l'aluminium. L'engagement ne saurait se limiter à une simple contribution financière même si cela constitue un geste important. Pour ce faire, il est fondamental de bien définir les attentes de chaque part et de clarifier autant que nécessaire. Sans la participation et l'engagement des représentants de ses membres, un tel comité ne sera pas en mesure d'obtenir le soutien requis et n'aura pas la capacité de mobiliser ses membres autour d'un thème.

Pour de nombreuses raisons, les gens peuvent être réticents au changement. Il est donc important qu'ils sentent le sérieux des activités qui seront initiées par l'organisation. Rien ne parle plus fort que le consensus et cela arrivera par l'engagement à une activité.

### VISION COMMUNE

La définition d'un but ou d'un objectif ultime à atteindre permettra à tous de définir leurs propres orientations vers un résultat commun et de mettre en place des stratégies de collaboration. Une première façon efficace de rallier les intervenants de l'industrie et de focaliser les énergies serait la réalisation des 38 opportunités présentées dans la CRT-2006. Un autre moyen pour rallier les participants serait de développer une vision à long terme pour l'industrie de la transformation de l'aluminium au Canada. Cela demande l'implication et la contribution de chacune des parties représentées, puisque cette vision serait véhiculée pendant plusieurs années et déterminerait les grands axes de développement de la transformation de l'aluminium du Canada. Plusieurs pays se sont déjà dotés d'un tel outil et œuvrent à l'atteinte d'un objectif commun, rassembleur et créateur de richesses.

### SUIVI DES RÉSULTATS

Pour assurer une bonne information, les membres du comité devraient pouvoir suivre les progrès accomplis par rapport aux objectifs sur un tableau de bord afin de déterminer si une intervention ponctuelle s'impose pour la poursuite et la réussite d'une ou plusieurs opportunités. Cela nous permettrait de se comparer aux autres, nous donnerait une appréciation plus rapide et plus interactive de notre performance comme pays transformateur.

### RECOMMANDATION 2

**Développer la capacité canadienne de «concevoir pour l'aluminium» au lieu de simplement « fabriquer en aluminium »**

Beaucoup de concepteurs font l'erreur classique de prendre une structure, une pièce ou un assemblage en acier et de vouloir la faire telle quelle mais en aluminium. Cela mène souvent à des résultats moins que satisfaisants et la plupart des gens ont tendance à blâmer le matériau ou les difficultés d'assemblage.

Afin d'agir sur cette recommandation, il faudrait **stimuler davantage** la capacité canadienne à concevoir pour l'aluminium. À cet égard, les PRAL (Presses de l'aluminium) ont accompli des percés très significatives dans les dernières années avec la publication de quelques livres et la promotion de nombreux ouvrages sur les méthodes de transformation de l'aluminium en langue française et anglaise. D'autres pays ont aussi publié plusieurs ouvrages sur les méthodes de transformation. Il serait avantageux de **mieux faire connaître** les documents qui sont disponibles.

L'organisation de concours de design dans les universités et collèges canadiens sont également de bonnes façons de faire. Prenons l'exemple de l'implication de plusieurs regroupements, entreprises et universités dans la compétition « Formule SAE » afin de supporter les équipes étudiantes dans l'utilisation de l'aluminium. De même, le concours *Génie-Al*, initié par le QORDA, vise la valorisation de la transformation de l'aluminium chez les étudiants de premier cycle universitaire au Québec.

Les concepteurs dont il faut **développer la capacité et le goût** ne sont pas des chercheurs ou des professeurs d'université; ce sont plutôt des ingénieurs, des architectes, des designers industriels et des gens intuitifs qui ont une expérience de conception et une compréhension de l'aluminium en plus de connaître les méthodes de fabrications usuelles et celles en devenir.



### RECOMMANDATION 3

#### Promouvoir la formation continue sur l'aluminium (architectes, ingénieurs et concepteurs)

Il faudrait organiser des ateliers et des cours pour amener les architectes, les ingénieurs, les designers industriels et concepteurs à la fine pointe de la connaissance sur l'aluminium. **Ces derniers ont une influence stratégique sur le choix des matériaux.** Les cours disponibles actuellement dans les collèges et les universités ne sont pas assez appliqués à l'aluminium. Ces cours pourraient être préparés par des professeurs ou des spécialistes reconnus. Il faudrait également organiser des formations de sensibilisation et de familiarisation.

### RECOMMANDATION 4

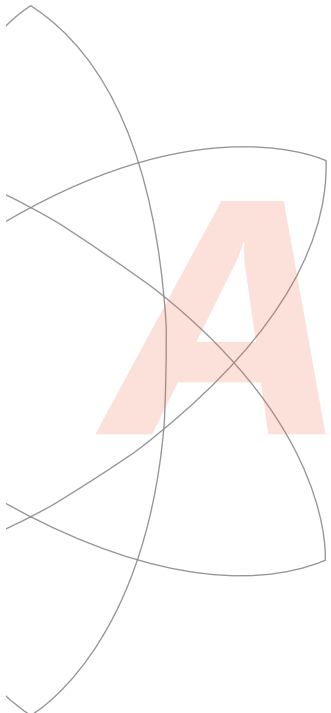
#### Assurer une mise à jour de la *Carte routière technologique de la transformation de l'aluminium*

Comme la CRT se veut un outil itératif, il faudra la mettre à jour pour tenir compte des dernières percées en sciences et technologies ainsi que pour refléter les changements dans les marchés. En assurant un suivi de la CRT, les intervenants de l'industrie pourront s'en servir pour évaluer les progrès obtenus et s'enquérir des derniers avancements technologiques.

Idéalement, l'industrie adoptera des moyens concrets afin de s'assurer que les entreprises exploitent judicieusement et systématiquement les données et renseignements contenus dans la CRT sur l'aluminium.

Sur une base intérimaire, le Réseau Trans-Al inc. ainsi que le Centre des technologies de l'aluminium du CNRC pourront faire le suivi de la CRT. **Il serait possible de refaire le sondage écrit de façon biennale ou annuelle** et de pousser une recherche bibliographique avec la même fréquence. Aussi, on peut facilement envisager **la tenue d'un ou de deux ateliers de travail avec des spécialistes sur différents thèmes aux deux ans.**





# ANNEXES



## ANNEXE A – GLOSSAIRE

Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Alésage</b>	<b>Boring</b>	Opération consistant à agrandir, au moyen d'un outil à aléser, un trou préalablement exécuté pour en parfaire la forme et le rendre propre à un ajustement de précision.
<b>Alésage à l'alésoir</b>	<b>Reaming</b>	Opération d'usinage permettant d'obtenir, grâce à l'utilisation d'un alésoir, un trou d'un diamètre défini, avec une tolérance minimale, rigoureusement aligné au travers des épaisseurs de métal préalablement poinçonnées.
<b>Alliage</b>	<b>Alloy</b>	Substance métallique résultant du mélange d'un élément métallique de base (élément prédominant en masse) et d'autres éléments, comme par exemple éléments d'alliage et impuretés.
<b>Aluminium primaire (Aluminium de première fusion)</b>	<b>Primary aluminium</b>	L'aluminium primaire est produit à partir du procédé d'électrolyse. C'est le produit final lorsque de l'alumine (oxyde d'aluminium) est réduite dans une cuve électrolytique.
<b>Aluminium secondaire</b>	<b>Secondary aluminium</b>	Aluminium qui est de source recyclée. C'est un aluminium qui est produit à partir de rejets de production ou de produits en aluminium ayant atteint la fin de leur vie utile.
<b>Anodisation</b>	<b>Anodizing</b>	Processus d'oxydation électrolytique au cours duquel la couche superficielle d'un métal est transformée en une couche d'oxyde possédant des fonctions protectrices, décoratives ou fonctionnelles.
<b>Biens durables</b>	<b>Consumer durables (Durable goods)</b>	Biens de consommation qui sont destinés à un usage constant ou répété, dont la valeur d'utilisation ne s'amenuise qu'au cours d'une période relativement longue et qui est destiné à satisfaire directement ou indirectement un besoin.
<b>Billette</b>	<b>Billet</b>	Pièce coulée, cylindrique, massive, utilisée dans le filage à chaud de tiges, barres, tubes ou autres profilés ou encore dans le procédé de perçage à chaud pour former des tubes.
<b>Boulonnage</b>	<b>Bolting</b>	Opération consistant à assembler deux ou plusieurs pièces à l'aide de boulons et de leurs accessoires.
<b>Brasage</b>	<b>Brazing</b>	Opération qui consiste à assembler des pièces métalliques à l'aide d'un alliage d'apport à l'état liquide, qui possède une température de fusion inférieure à celle de ces pièces que l'on désire réunir, ce qui fait en sorte qu'elles ne participent pas par fusion à la constitution du joint.
<b>Brasage tendre (soudage)</b>	<b>Soldering</b>	Opération consistant à assembler des surfaces métalliques à l'aide d'un métal ou alliage d'apport à l'état liquide, ayant une température de fusion inférieure à celle des pièces à réunir, et mouillant les surfaces qui ne participent pas par leur fusion à la constitution du joint brasé.
<b>Brillantage</b>	<b>Brightening</b>	Production de surface brillante par un traitement approprié chimique ou électrolytique.
<b>Brochage</b>	<b>Broaching</b>	Opération d'usinage par enlèvement de matière, exécutée avec une machine à brocher à l'aide d'un outil de coupe spécial appelé broche.



Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Brunissage</b>	<b><i>Burnishing</i></b>	Polissage mécanique des surfaces obtenues essentiellement par frottement et pression sans enlèvement de la couche superficielle.
<b>Centre de coulée</b>	<b><i>Casthouse (Casting Centre)</i></b>	Le centre de coulée est l'endroit où de grandes fournaies reçoivent l'aluminium liquide transféré des salles de cuves. C'est le lieu où l'alliage est préparé suivant l'addition et le mélange de métaux variés avec l'aluminium pur. L'alliage est ensuite coulé en lingots de diverses formes selon les besoins du produit semi-fini à faire.
<b>Coinçage / Clinchage</b>	<b><i>Clinching</i></b>	Méthode d'assemblage de tôles métalliques par des emboutissages localisés conduisant à l'interpénétration des deux tôles.
<b>Constructeur</b>	<b><i>OEM (Original Equipment Manufacturer)</i></b>	Personne physique ou morale responsable d'une entreprise spécialisée dans la fabrication d'équipement de base servant à la construction ou à l'assemblage de véhicules industriels.
<b>Coulée continue</b>	<b><i>Continuous casting</i></b>	Technique de coulée selon laquelle le métal liquide se solidifie sans interruption au fur et à mesure de la coulée dans un moule permanent sans fond, refroidi à l'eau, qui détermine la section du lingot sans limiter sa longueur.
<b>Coulée sous vide</b>	<b><i>Vacuum casting</i></b>	Coulée effectuée dans une enceinte où est fait le vide après y avoir placé le moule. Cette méthode est généralement associée à la fusion sous vide du métal utilisé.
<b>Décapage chimique</b>	<b><i>Chemical etching</i></b>	Procédé utilisé pour enlever du métal sur de très faibles épaisseurs, ou suivant un contour compliqué que l'on délimite en protégeant par un vernis spécial, appelé masque, les parties qui doivent rester à leur cote primitive.
<b>Découpage</b>	<b><i>Cutting</i></b>	Séparation d'une pièce à partir d'une tôle ou d'un matériau plat, sans enlèvement de copeaux, par action d'un ou de plusieurs éléments tranchants.
<b>Découpage à la presse</b>	<b><i>Blanking</i></b>	Procédé de découpage des flans à l'aide d'un poinçon et d'une matrice de presse ou par sciage ou cisaillement.
<b>Dégraissage</b>	<b><i>Cleaning</i></b>	Enlèvement de la calamine de la rouille, de la graisse, de l'huile, etc. en vue d'obtenir une surface propre.
<b>Dépôt chimique en phase vapeur</b>	<b><i>Chemical vapour deposition (CVD)</i></b>	Le procédé de dépôt chimique en phase vapeur consiste à mettre un composé volatil du matériau à déposer en contact, soit avec un autre gaz au voisinage de la surface à recouvrir, soit avec la surface elle-même. On provoque alors une ou plusieurs réactions chimiques donnant au moins un produit solide. Les autres produits de réaction doivent être gazeux afin d'être éliminés hors du réacteur. Les dépôts se font à pression variable, mais il faut systématiquement un apport énergétique pour favoriser ces réactions.
<b>Électroplacage</b>	<b><i>Electroplating</i></b>	Procédé consistant à déposer une couche mince de métal sur une surface conductrice métallique ou non, par immersion dans un bain électrolytique.
<b>Émaillage</b>	<b><i>Enamelling</i></b>	L'émail est une combinaison de différents minéraux (silice, feldspath, cendres végétales...) et d'oxydes mélangés à de l'eau. Cette préparation fond à une certaine température et se vitrifie au refroidissement. Selon sa composition l'émail donnera des couleurs, textures et brillances différentes.

Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Emballage</b>	<b>Packaging</b>	Récipients et tous autres éléments ou matériaux nécessaires pour permettre au récipient d'accomplir sa fonction de rétention.
<b>Équipementier (Fournisseur d'équipements)</b>	<b>Equipment supplier</b>	Entreprise qui peut, selon le cas, concevoir, fabriquer et distribuer des équipements reliés à la production de l'aluminium ou à sa transformation.
<b>Estampage</b>	<b>Stamping</b>	Façonnage, par déformation plastique, d'un morceau de métal appelé lopin, à l'aide d'outillage appelé matrice, permettant de lui donner une forme et des dimensions déterminées très proches de celles de la pièce finie.
<b>Extrusion</b>	<b>Extrusion</b>	Procédé de mise en forme, à froid ou à chaud, de pièces métalliques profilées (barres, tubes, etc.), par écoulement du métal au travers d'une filière ayant pour section le profil à obtenir, sous l'action d'un grain de poussée actionné par une presse.
<b>Filage par choc</b>	<b>Impact extrusion</b>	Formation d'une pièce tubulaire par l'application rapide d'une force à l'aide d'un poinçon, sur une ébauche de métal, celui-ci fluant autour du poinçon pour former la section tubulaire.
<b>Filetage</b>	<b>Threading</b>	Opération consistant à exécuter sur une pièce un sillon hélicoïdal par déplacement d'un outil parallèlement aux génératrices du corps à usiner.
<b>Flancs soudés au laser</b>	<b>Tailor welded blanks</b>	Une ébauche soudée sur mesure est fabriquée à partir d'au moins deux feuilles de métal d'épaisseurs différentes, de matériaux à teneurs variées ou de couches, dans le but de produire une seule ébauche qui sera alors complètement formée.
<b>Forgeage</b>	<b>Forging</b>	Méthode pour former des objets consistant à presser dans une matrice un lingot chaud ou une ébauche d'un matériau semi-ouvré.
<b>Forgeage à froid</b>	<b>Cold forging</b>	Forgeage d'un métal chauffé en dessous de sa température de recristallisation.
<b>Forgeage liquide</b>	<b>Squeeze casting</b>	Procédé de moulage utilisant la pression durant la période de solidification du métal pour produire une amélioration des propriétés mécaniques de la pièce.
<b>Formage</b>	<b>Forming</b>	Ensemble des procédés de mise en forme par déformation plastique des matériaux pouvant s'effectuer à chaud, c'est-à-dire au-dessus de la température de recristallisation (par exemple : forgeage, filage) ou à froid (par exemple : emboutissage, étirage, tréfilage).
<b>Formage à chaud</b>	<b>Warm forming</b>	Opération de formage dans laquelle la température du lopin et les conditions de déformation sont telles qu'aucun écrouissage n'est plus perceptible dans la pièce, immédiatement après sa déformation.
<b>Formage électromagnétique</b>	<b>Electromagnetic forming</b>	Le formage électromagnétique (ou magnétoformage) est une procédé de formage de type «capacité à haute tension», qui est basé sur la technique de génération d'impulsions pour créer des champs magnétiques très puissants pour le reformage rapide de pièces de métal.



Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Formage par étirage</b>	<b><i>Stretch forming</i></b>	Formage, sur une forme mobile, d'une pièce en état de tension.
<b>Formage superplastique</b>	<b><i>Superplastic forming</i></b>	Technologie de formage à haute température qui requière un structure à grains fins. Des formes très complexes peuvent être produites.
<b>Fraisage</b>	<b><i>Milling</i></b>	Procédé d'usinage par enlèvement de copeaux à l'aide d'un outil tournant à plusieurs tranchants (fraise), le mouvement de coupe et le mouvement d'avance étant assurés, soit par l'outil pour le mouvement de coupe et par la pièce pour le mouvement d'avance.
<b>Hydroformage</b>	<b><i>Hydroforming</i></b>	Procédé de formage où le poinçon est remplacé par l'action directe de la pression du fluide (huile hydraulique, émulsion, eau : la tôle est déformée dans une matrice sous l'action de la pression contrôlée du fluide).
<b>Infrastructure</b>	<b><i>Infrastructure</i></b>	Ensemble des équipements collectifs de base nécessaires à la vie économique de la nation : routes, ponts, voies ferrées, canaux, ports, réseaux de télécommunication.
<b>Laminage</b>	<b><i>Rolling</i></b>	Procédé de fabrication par déformation. Cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre deux cylindres tournant dans des sens opposés appelé laminoir.
<b>Laminoir</b>	<b><i>Rolling mill</i></b>	Machine à l'aide de laquelle on peut réduire la section d'un produit métallurgique par passage entre deux cylindres.
<b>Lingot de laminage (Brame)</b>	<b><i>Sheet ingot (rolling ingot)</i></b>	Ébauche conçue pour être laminée en produits plats (bobines de feuilles, feuilles minces ou laminées en tôles épaisses). Les lingots de laminage peuvent être fabriqués à partir de nombreux alliages et de différents niveaux de pureté. Ils sont également disponibles sous différentes formes (presque toujours rectangulaire) et dimensions.
<b>Lingot de refonte</b>	<b><i>Remelt ingot</i></b>	Petit lingot (30-40 kg) d'aluminium pur d'origine primaire ou recyclé qui sera refondu par une fonderie de pièces ou utilisé dans un centre de coulée pour ajuster le mélange de l'alliage.
<b>Lingot en T</b>	<b><i>T-ingot</i></b>	Lingot d'aluminium pur ou allié en forme de T pour permettre sa manutention par chariot élévateur à fourche. Le lingot en T est coulé dans le centre de coulée par procédé DC et est coupé en longueurs d'environ 1 m.
<b>Martelage/ Grenaillage</b>	<b><i>Peening</i></b>	Augmentation de la dureté en surface d'une pièce par un écrouissage.
<b>Matière première</b>	<b><i>Work material</i></b>	La substance ou les substances dont un objet est fait ou composé.
<b>Métal recyclé (voir aluminium secondaire)</b>	<b><i>Recycled metal (see secondary aluminium)</i></b>	Voir aluminium secondaire

Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Métallisation</b>	<b><i>Thermal spraying</i></b>	Application à haute température d'une couche métallique sur la surface d'un matériau.
<b>Meulage</b>	<b><i>Grinding</i></b>	Opération consistant à réaliser un enlèvement de matière avec une meule.
<b>MIG</b>	<b><i>MIG</i></b>	(Metal Inert Gas) Expression employée pour désigner le soudage à l'arc avec fil électrode en atmosphère inerte.
<b>Modélisation</b>	<b><i>Modelling</i></b>	Analyse et représentation faite avec l'aide d'un ordinateur d'un phénomène ou d'un système en vue d'étudier son déroulement ou son fonctionnement par simulation.
<b>Moulage</b>	<b><i>Shape casting</i></b>	Pièce obtenue par coulée d'un alliage liquide dans un moule.
<b>Moulage à la cire perdue</b>	<b><i>Investment casting</i></b>	Coulée d'un métal dans un moule dont l'empreinte est laissée par un modèle de l'objet en cire éliminée par fusion (cire perdue).
<b>Moulage à mousse perdue</b>	<b><i>Lost-foam casting</i></b>	C'est une variété de moulage au sable utilisant une mousse de polystyrène comme forme. Lorsque le métal liquide pénètre dans le moule au sable, la forme en mousse de polystyrène s'évapore. Le moulage à la mousse perdue permet de fabriquer des pièces comprenant des cavités internes de géométrie complexe que les autres techniques de moulage ne peuvent produire qu'avec difficulté.
<b>Moulage au sable de précision</b>	<b><i>Precision sand casting</i></b>	Les technologies de moulage au sable de précision assurent une meilleure qualité et une constance accrue du produit. L'inversion du moule permet aux trappes d'agir en tant que masselottes. Ces procédés ont permis d'augmenter la production de façon substantielle tout en produisant des moulages plus légers.
<b>Moulage basse pression</b>	<b><i>Low pressure die casting</i></b>	Procédé similaire au procédé de coulée semi-continue, sauf qu'un niveau de pression plus bas est utilisé pour forcer le métal à l'intérieur d'une matrice. La coulée de pièces à basse pression est spécialement conçue pour la fabrication de composantes asymétriques autour d'un axe de rotation.
<b>Moulage en coquille</b>	<b><i>Permanent mould casting</i></b>	Produit moulé dans un moule en métal suivant un procédé par lequel le métal en fusion est introduit par gravité ou alimenté par basse pression - ISO.
<b>Moulage en sable vert</b>	<b><i>Green sand casting</i></b>	Procédé caractérisé par l'emploi de sable de moulage à liant argileux dont le durcissement est obtenu uniquement par l'intensité du serrage avant démoulage.
<b>Moulage haute pression</b>	<b><i>High pressure die casting</i></b>	Procédé de moulage de l'aluminium le plus répandu. Les cycles sont très rapides. Le taux d'utilisation du métal est très élevé, ce qui génère très peu de rebuts. Ce procédé permet la fabrication de pièces moulées très complexes et détaillées. Le procédé est hautement automatisé, il est utilisé dans la fabrication de pièces à petit ou à grand volume.
<b>Moulage semi-solide</b>	<b><i>Semi-solid die casting</i></b>	Procédé similaire au moulage à haute pression mais basé sur l'utilisation de matières premières d'alimentation semi-solides. Les propriétés semi-solides du métal exigent qu'il soit entre le liquides le solides en température. Il est typiquement 50 % solide et 50 % liquide.





Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Moulage sous pression en atmosphère d'oxygène</b>	<b><i>Pore free low pressure die casting</i></b>	Technique de moulage permettant d'obtenir des pièces sans porosité dont les propriétés mécaniques peuvent être améliorées par traitement thermique.
<b>Parement</b>	<b><i>Cladding</i></b>	La surface exposée d'un assemblage de construction ou assemblage de plusieurs feuilles d'aluminium d'épaisseurs diverses.
<b>Pâte</b>	<b><i>Paste</i></b>	Mélange de poudre ou de flocons et d'un produit diluant ou plastifiant.
<b>Pliage</b>	<b><i>Bending</i></b>	Opération de façonnage qui consiste à rabattre un côté d'une tôle pour former un angle avec l'autre côté.
<b>Polissage</b>	<b><i>Polishing</i></b>	Action de rendre unie, lisse et brillante la surface d'un matériau. Processus de finition de surface utilisant successivement différents types d'abrasifs.
<b>Polissage électrochimique</b>	<b><i>Electropolishing</i></b>	Procédé électrochimique utilisé pour obtenir une surface lisse.
<b>Poudre</b>	<b><i>Powder</i></b>	Ensemble de minuscules particules d'aluminium dont les dimensions sont généralement inférieures à 1000 microns.
<b>Prétraitement</b>	<b><i>Pretreatment</i></b>	Opération préliminaire effectuée sur les matériaux avant les opérations d'anodisation ou autres traitements de surface (par exemple : polissage, décapage, dégraissage).
<b>Production primaire</b>	<b><i>Primary production</i></b>	Voir aluminium primaire
<b>Production secondaire</b>	<b><i>Secondary production</i></b>	Voir aluminium secondaire
<b>Produits architecturaux</b>	<b><i>Architectural products</i></b>	Produits d'aluminium habituellement utilisés dans la construction immobilière à grandes dimensions et qui peuvent en modifier l'aspect ou la conception architecturale.
<b>Produits semi-finis</b>	<b><i>Semi-finished products</i></b>	Produit obtenu, soit par laminage ou forgeage de produits bruts, soit par coulée continue et généralement destiné à la transformation en produits finis
<b>Profilage</b>	<b><i>Roll forming</i></b>	Procédé de formage dans lequel la forme à obtenir est donnée par l'action de galets de forme appropriée; ce procédé permet d'obtenir des profils différents de grande longueur.
<b>Propriétés mécaniques</b>	<b><i>Mechanical properties</i></b>	Propriétés d'un matériau caractéristiques de son comportement élastique et inélastique sous l'application d'une force et permettant de déterminer s'il est adapté du point de vue mécanique pour certaines applications.
<b>Rabattage</b>	<b><i>Hemming</i></b>	Opération qui consiste à plier à 180°.
<b>Rabotage</b>	<b><i>Planing</i></b>	Procédé d'usinage par enlèvement de matière utilisant un outil simple. Le copeau est formé, soit par un déplacement linéaire de l'outil, la pièce étant fixe (cas d'utilisation d'un étau limeur), soit par un déplacement linéaire de la pièce, l'outil restant fixe dans le cas d'utilisation d'une raboteuse.

Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Recyclage</b>	<b><i>Recycling</i></b>	Ensemble de techniques ayant pour objectif de récupérer des rebuts et de les réintroduire dans le cycle de production dont ils sont issus.
<b>Résistance à la corrosion</b>	<b><i>Corrosion resistance</i></b>	Capacité d'un métal à résister à la corrosion dans un système de corrosion donné.
<b>Rhéomoulage</b>	<b><i>Rheocasting</i></b>	Procédé métallurgique consistant à mettre en forme un alliage porté à une température située dans son intervalle de solidification et soumis à une pression abaissant sa viscosité sous l'effet de contraintes de cisaillement.
<b>Rivetage</b>	<b><i>Riveting</i></b>	Assemblage non démontable de pièces métalliques, à l'aide de rivets.
<b>Rodage</b>	<b><i>Lapping</i></b>	Traitement mécanique des surfaces pour le respect des tolérances dimensionnelles et l'amélioration des qualités de surface.
<b>RSW (Soudage par points par résistance)</b>	<b><i>RSW (Resistance spot welding)</i></b>	Procédé de soudage où la fusion est obtenue ponctuellement par le contact entre deux électrodes; la soudure a approximativement la surface de la pointe des électrodes. Une pression est exercée sur les électrodes pendant toute l'opération de soudage.
<b>Salle de cuves</b>	<b><i>Potroom</i></b>	Une salle de cuves est un très long bâtiment dans lequel est effectuée l'électrolyse dans une longue série de cuves. Une cuve est un bain électrolytique d'aluminium en fusion (fluorure d'aluminium) à l'intérieur d'un contenant en acier revêtu de carbone ou de graphite. Une usine typique contient environ 300 cuves et chacune produira quelque 125 000 tonnes d'aluminium annuellement. Toutefois, certaines des installations les plus récentes peuvent atteindre de 350 000 à 400 000 tonnes.
<b>Sintérisation des poudres</b>	<b><i>Powder sintering</i></b>	Coalescence de particules solides dans une seule pièce en chauffant et en appliquant une pression.
<b>Soudage à l'arc plasma</b>	<b><i>Plasma arc welding</i></b>	Procédé de soudage à l'arc dans lequel on assure la fusion en chauffant à l'aide d'un jet de plasma, obtenu par la constriction d'un arc (dans un gaz plasmagène) qui jaillit entre l'électrode et la pièce (arc transféré) ou entre l'électrode et la buse (arc non transféré).
<b>Soudage au laser</b>	<b><i>Laser welding</i></b>	Procédé de soudage par rayonnement lumineux dont la chaleur nécessaire à la fusion est fournie par la lumière cohérente et monochromatique émise par un laser.
<b>Soudage par bombardement électronique</b>	<b><i>Electron beam welding</i></b>	Procédé de soudage par fusion dans lequel la soudure est obtenue par la fusion du métal de base sous l'impact d'un faisceau focalisé d'électrons qui fournit la chaleur nécessaire.
<b>Soudage par friction-malaxage</b>	<b><i>Friction stir welding</i></b>	Procédé utilisé pour assembler un métal à l'état solide. Ce procédé offre plusieurs avantages tels une haute résistance et des joints sans imperfections pour les matériaux métalliques. Ce procédé utilise une tige ayant une vitesse de rotation basse et émettant une pression qui va mélanger mécaniquement deux alliages mères dans le but de produire une soudure uniforme.



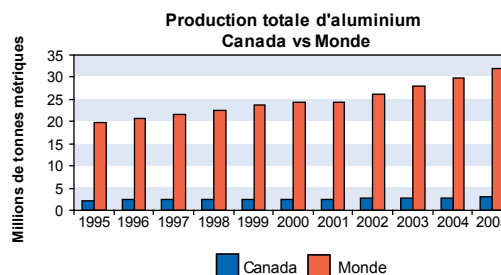
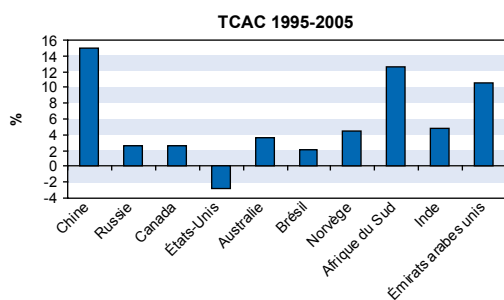
Terme français	Terme anglais	Définition française
<b>Taraudage</b>	<b><i>Tapping</i></b>	Opération ayant pour objet l'exécution d'un filetage intérieur au moyen d'un outil à tranchants multiples appelé taraud.
<b>Thixomoulage</b>	<b><i>Thixocasting</i></b>	Lors d'un processus de thixomoulage (ou thixoformage) une billette prémélangée et moulée, possédant une microstructure globulaire caractéristique, est réchauffée par induction et ensuite injectée dans la cavité d'un moule.
<b>TIG</b>	<b><i>TIG</i></b>	(Tungsten Inert Gas) Expression employée pour désigner le procédé de soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène.
<b>Tournage</b>	<b><i>Turning</i></b>	Opération d'usinage sur toute pièce en rotation consistant à enlever de la matière sous forme de copeaux à l'aide d'un outil comportant généralement une arête de coupe et se déplaçant dans un plan de travail passant par l'axe de rotation de la pièce.
<b>Traitement de surface</b>	<b><i>Surface treatment</i></b>	Terme général désignant une modification structurale superficielle des surfaces.
<b>Tréfilage/Étirage</b>	<b><i>Cable and wire drawing</i></b>	Procédé de formage à froid qui consiste à réduire la section d'un fil en l'obligeant à passer à travers une filière.
<b>Tribologie</b>	<b><i>Tribology</i></b>	Science et technologie de l'interaction des surfaces en mouvement relatif et des pratiques s'y rapportant.
<b>Usinage</b>	<b><i>Machining</i></b>	Façonnage d'une pièce brute pour l'amener à sa forme définitive.

## ANNEXE B – TABLEAUX COMPLÉMENTAIRES

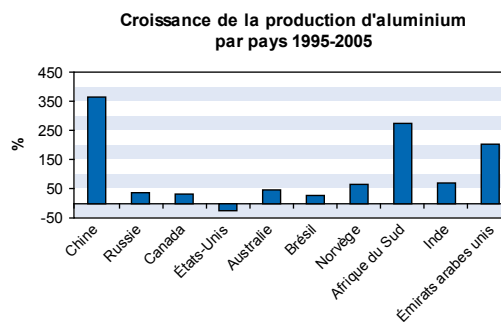
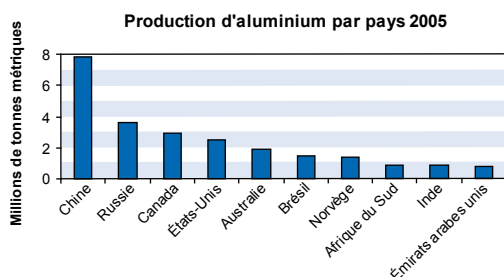
### LA PRODUCTION D'ALUMINIUM... DU PASSÉ AU FUTUR

Cette série de tableaux permettra au lecteur avide d'informations supplémentaires de tirer ses propres conclusions sur la production et la consommation de l'aluminium dans son ensemble.

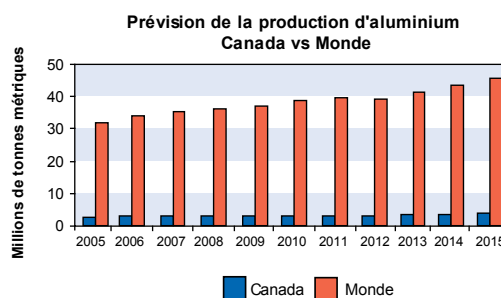
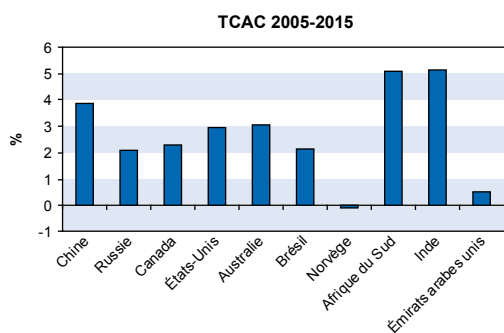
1995-2005



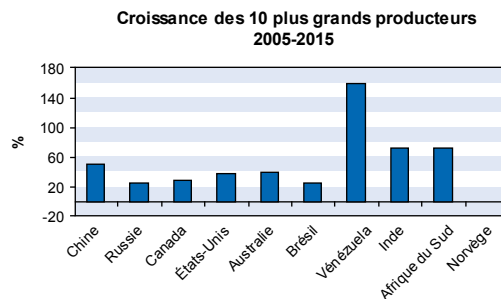
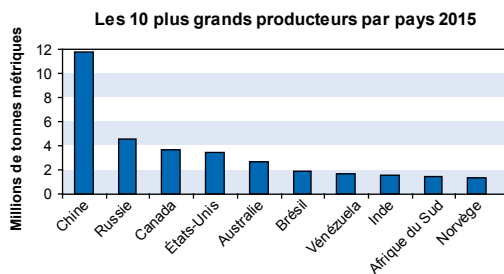
2005



2005-2015



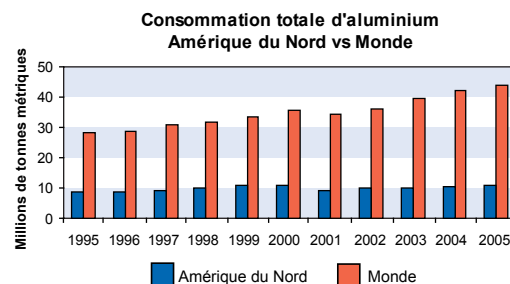
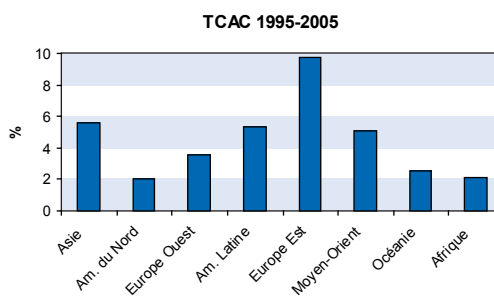
2015



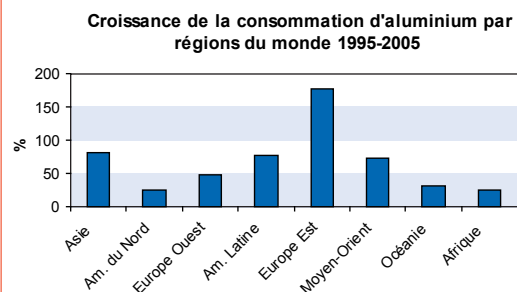
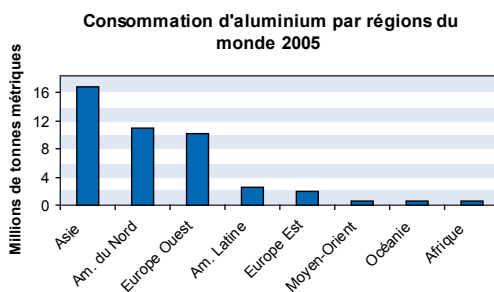
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 and James F. King

## LA CONSOMMATION DE L'ALUMINIUM... DU PASSÉ AU FUTUR

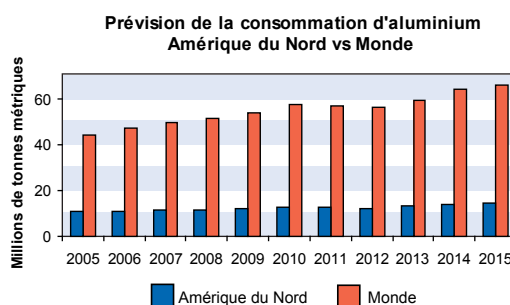
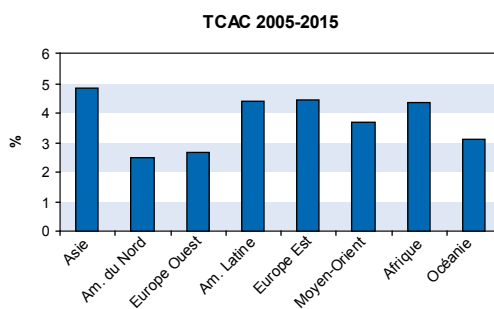
1995-2005



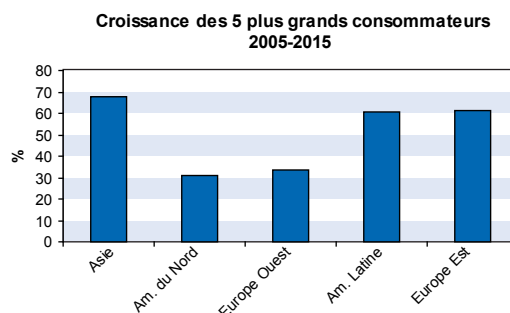
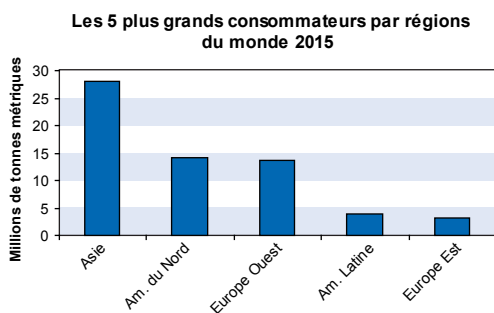
2005



2005-2015



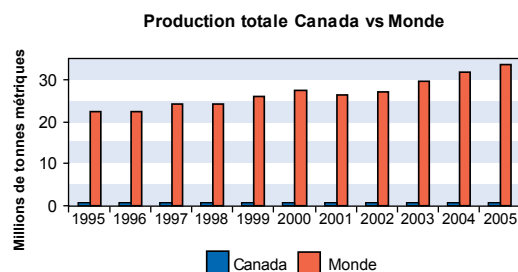
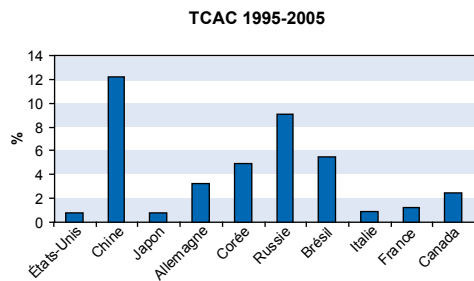
2015



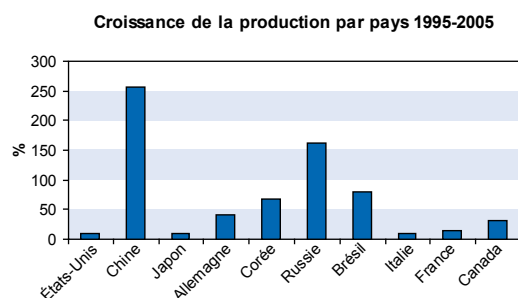
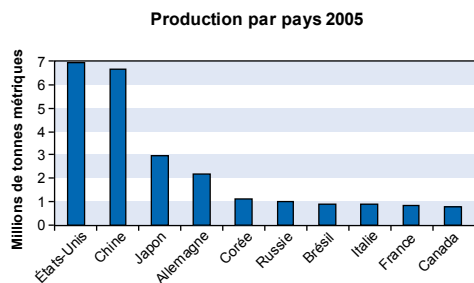
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 and James F. King

### LA PRODUCTION DE PRODUITS SEMI-FINIS... DU PASSÉ AU FUTUR

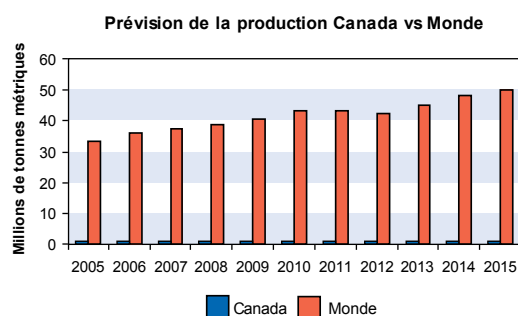
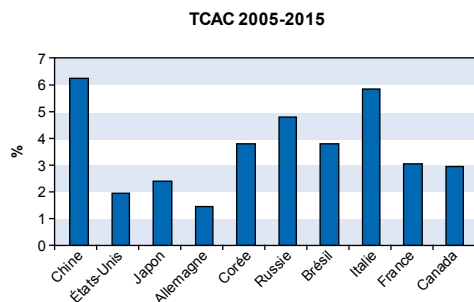
1995-2005



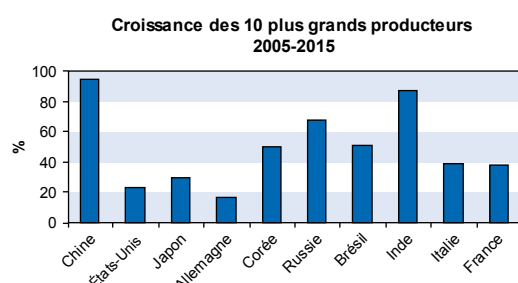
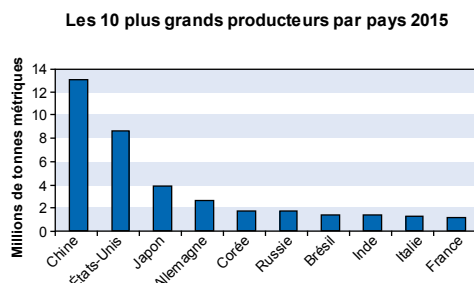
2005



2005-2015



2015

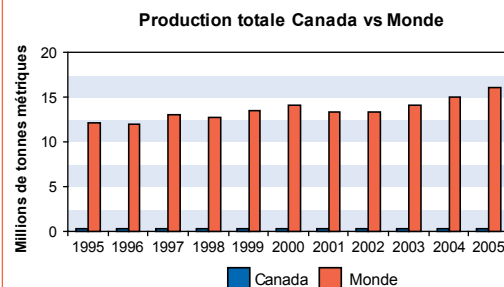
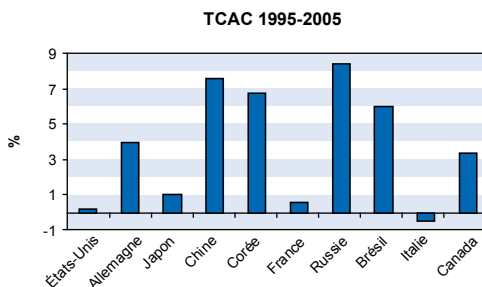


Sources : James F. King

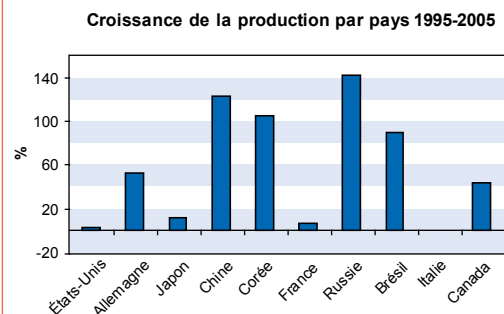
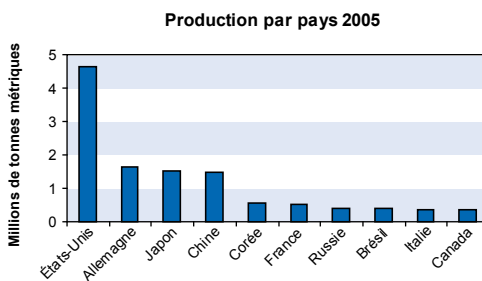
\* Ces données n'incluent pas les produits moulés.

LA PRODUCTION DE PRODUITS LAMINÉS... DU PASSÉ AU FUTUR

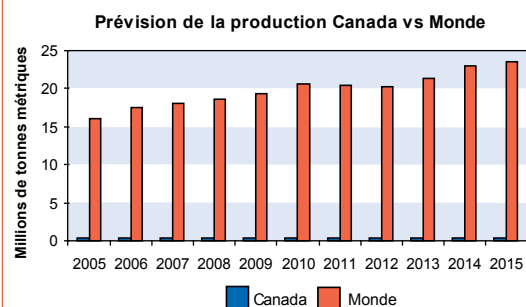
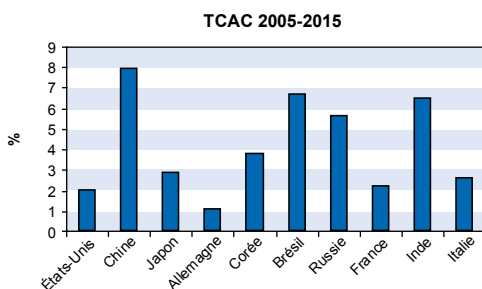
1995-2005



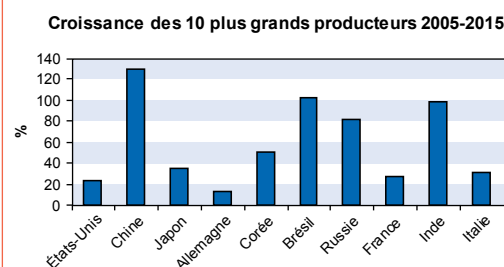
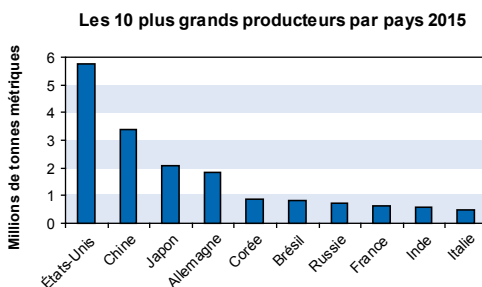
2005



2005-2015



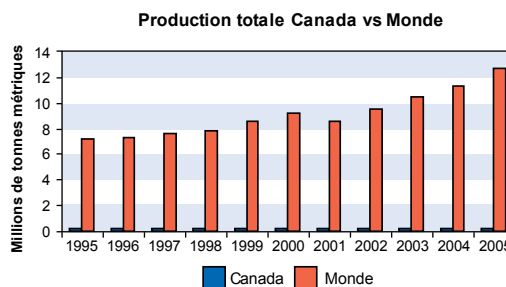
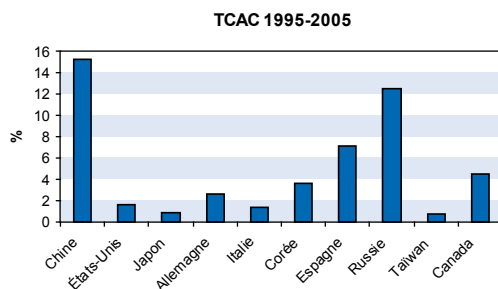
2015



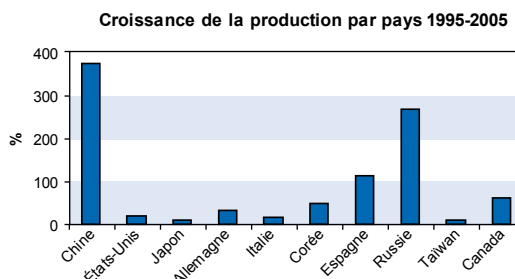
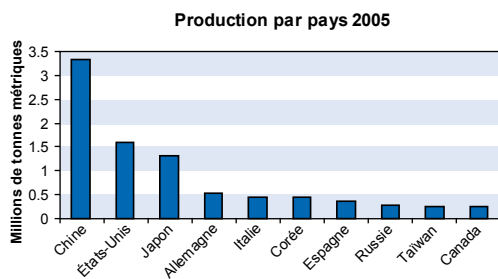
Sources : James F. King

### LA PRODUCTION DE PRODUITS EXTRUDÉS... DU PASSÉ AU FUTUR

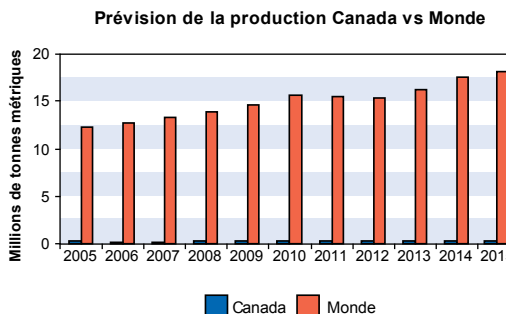
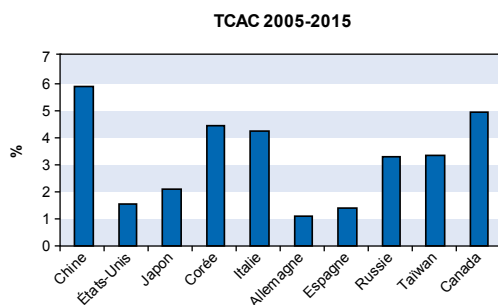
1995-2005



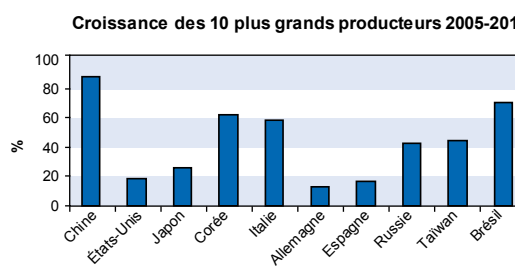
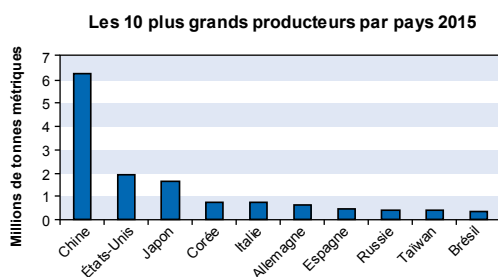
2005



2005-2015



2015

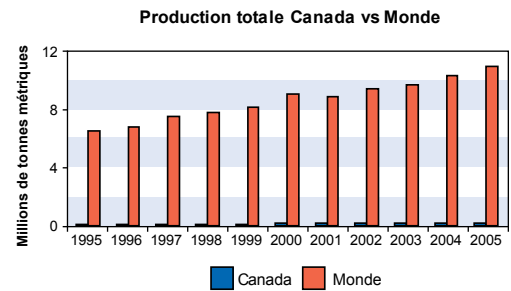
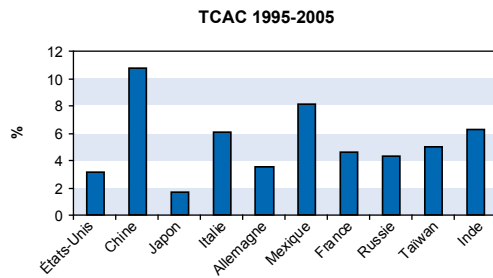


Sources : James F. King

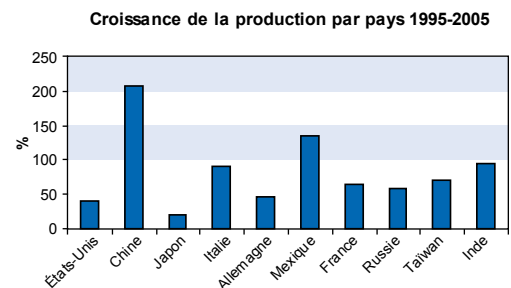
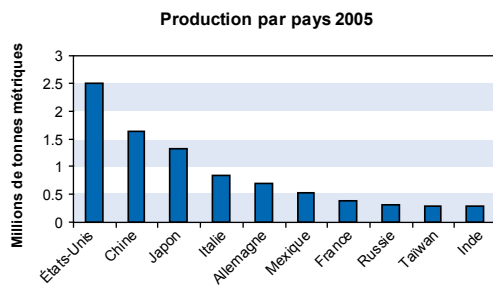


## LA PRODUCTION DE PRODUITS MOULÉS... DU PASSÉ AU FUTUR

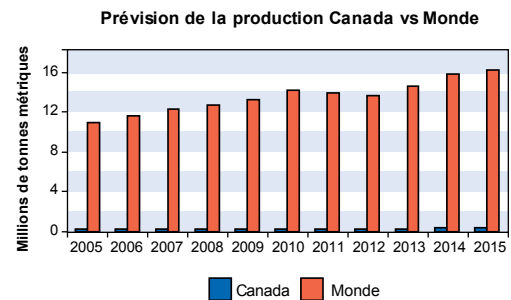
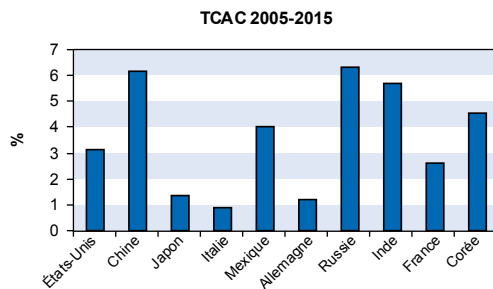
1995-2005



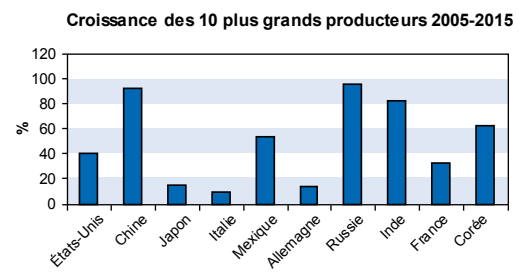
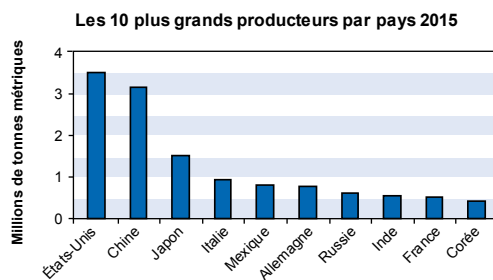
2005



2005-2015



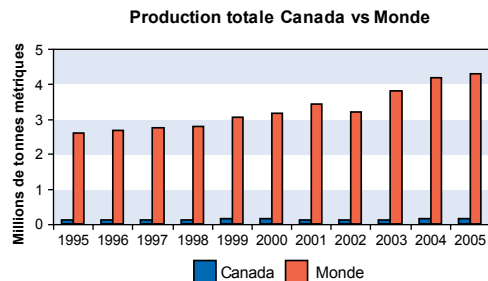
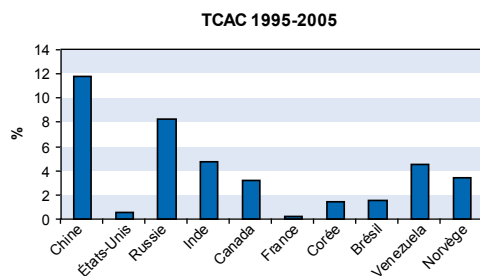
2015



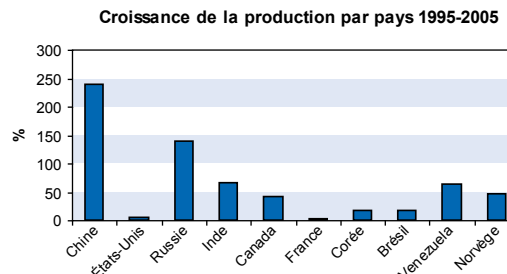
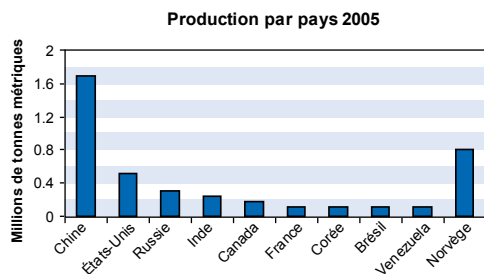
Sources : James F. King

### LA PRODUCTION DE PRODUITS TRÉFILÉS/ÉTIRÉS... DU PASSÉ AU FUTUR

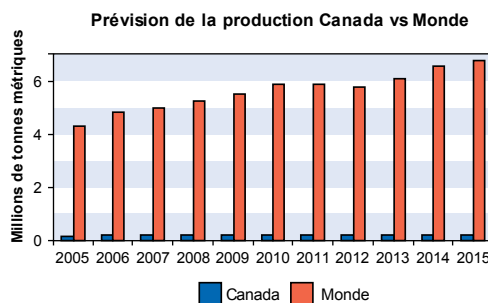
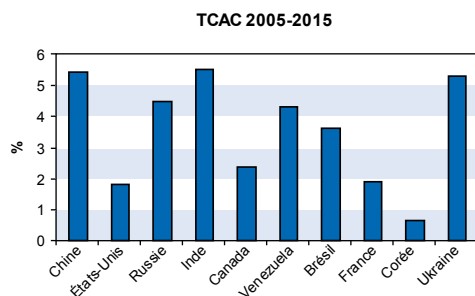
1995-2005



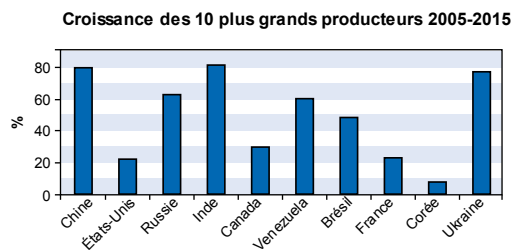
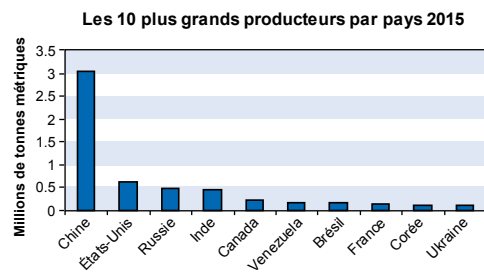
2005



2005-2015



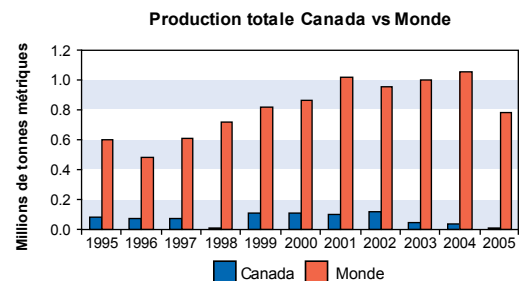
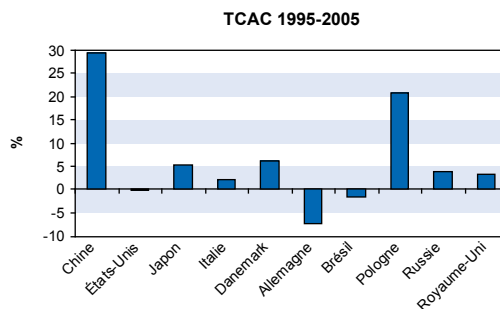
2015



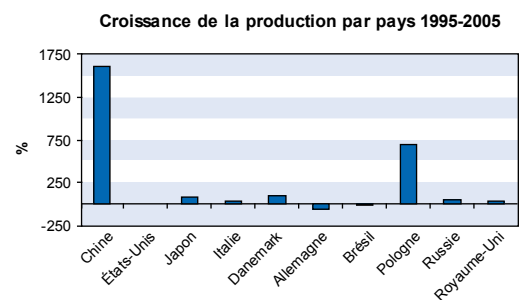
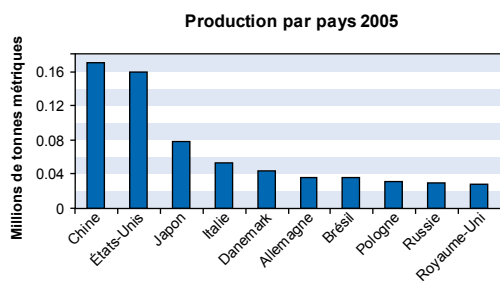
Sources : James F. King

## LA PRODUCTION DE PRODUITS AUTRES... DU PASSÉ AU FUTUR

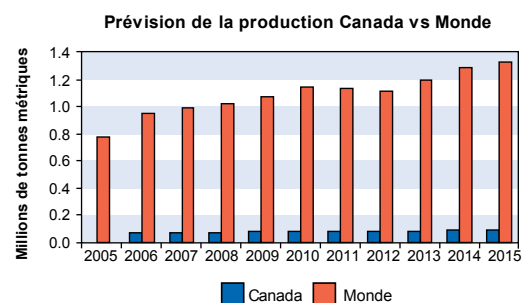
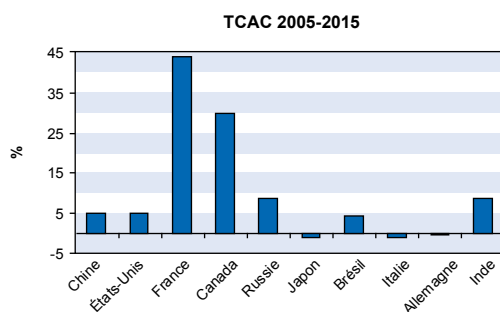
1995-2005



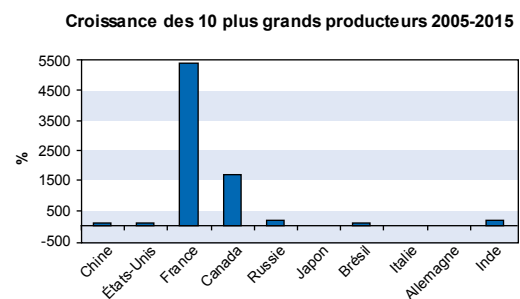
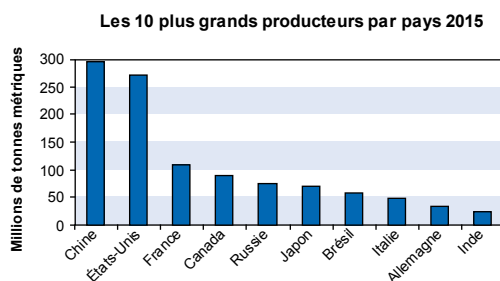
2005



2005-2015



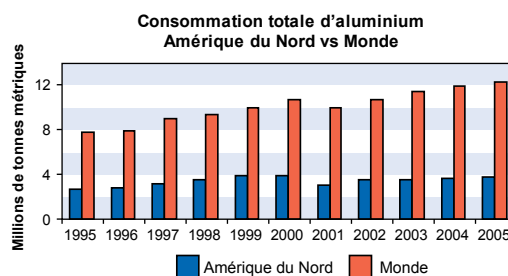
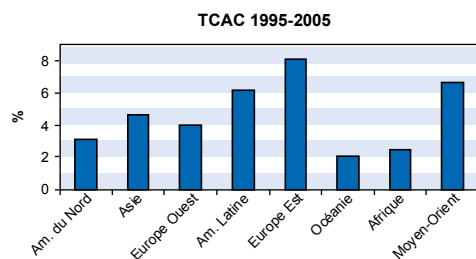
2015



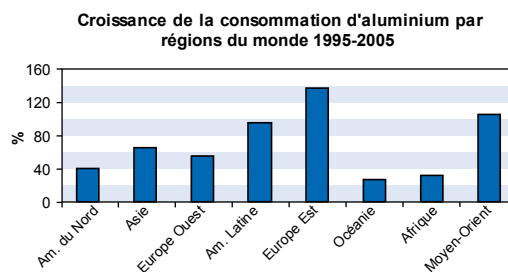
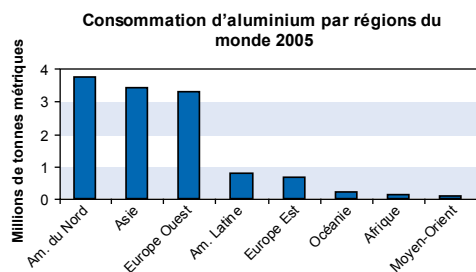
Sources : James F. King

### LA CONSOMMATION POUR LE TRANSPORT... DU PASSÉ AU FUTUR

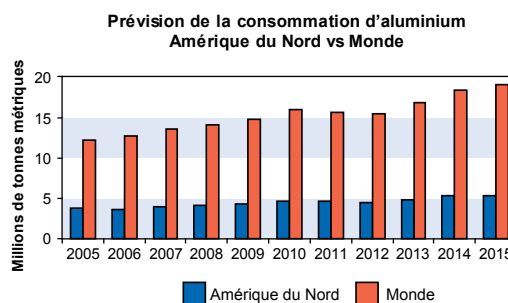
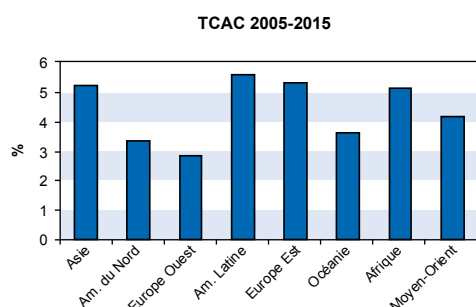
1995-2005



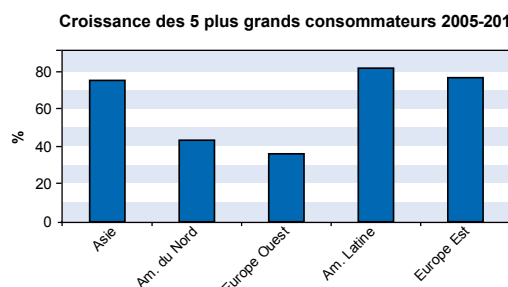
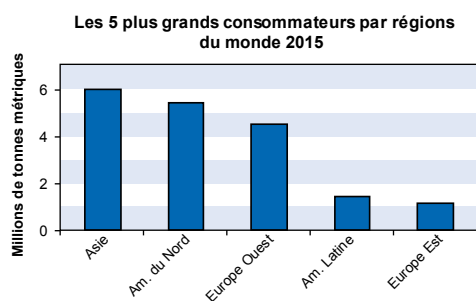
2005



2005-2015



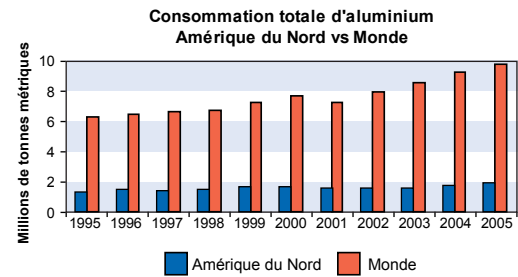
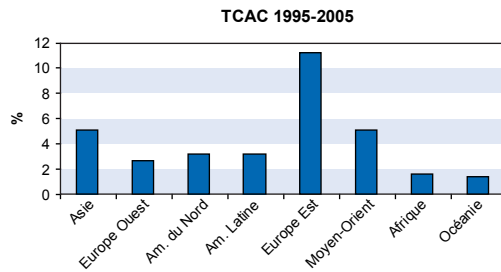
2015



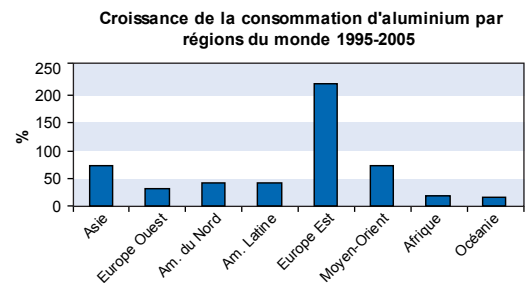
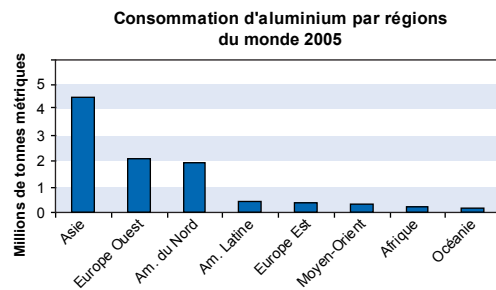
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 et James F. King

## LA CONSOMMATION POUR LA CONSTRUCTION... DU PASSÉ AU FUTUR

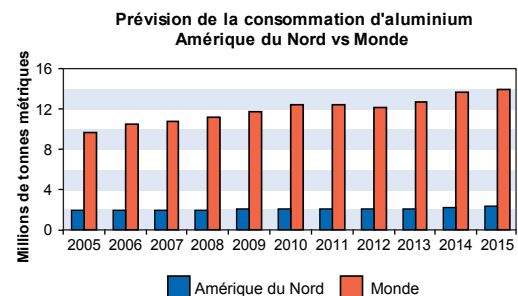
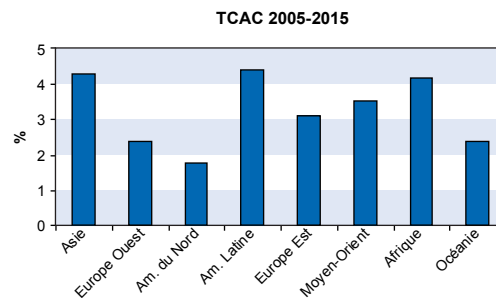
1995-2005



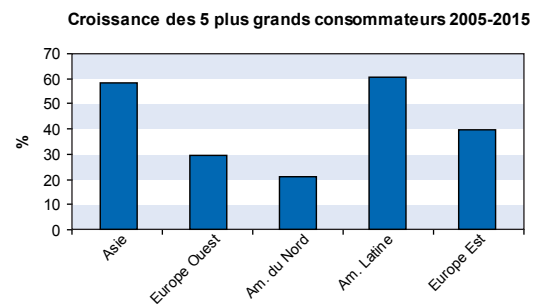
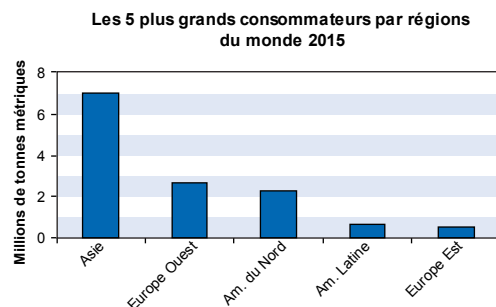
2005



2005-2015



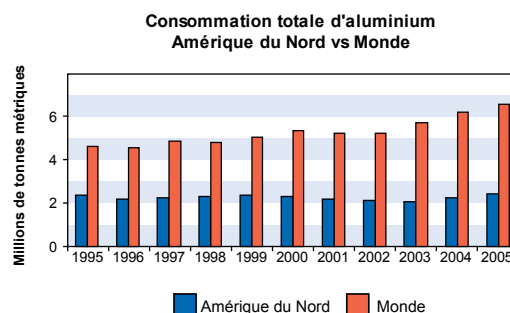
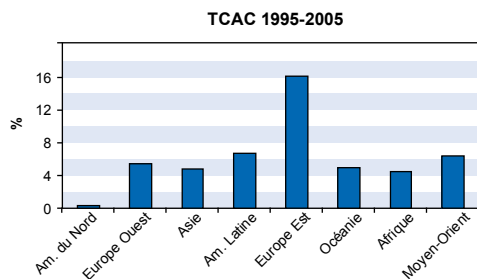
2015



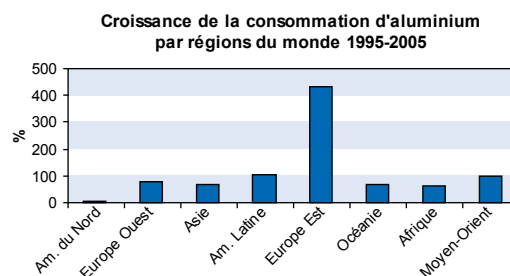
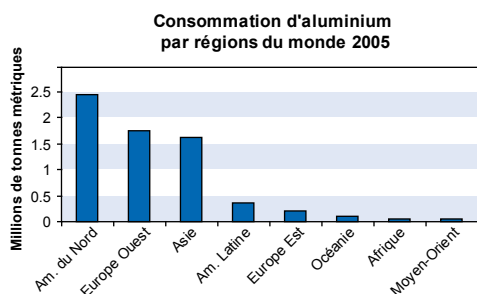
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 et James F. King

### LA CONSOMMATION POUR L'EMBALLAGE... DU PASSÉ AU FUTUR

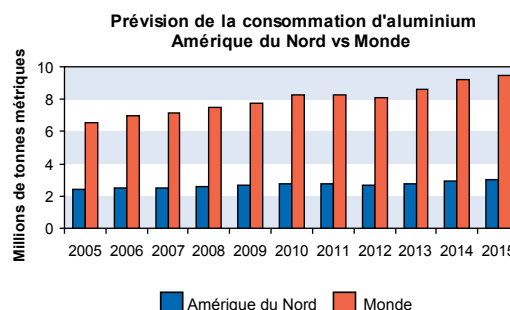
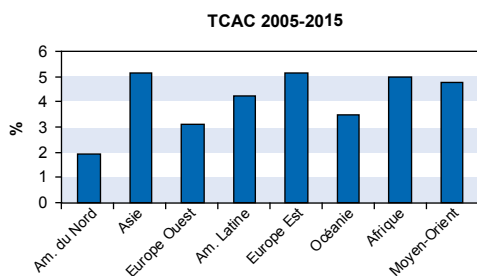
1995-2005



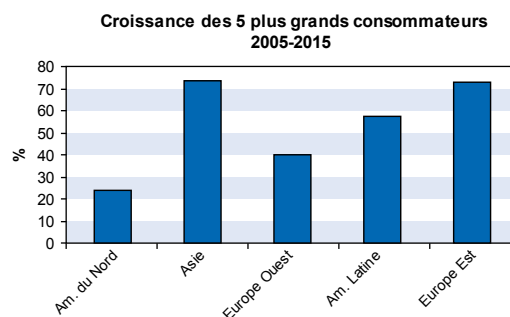
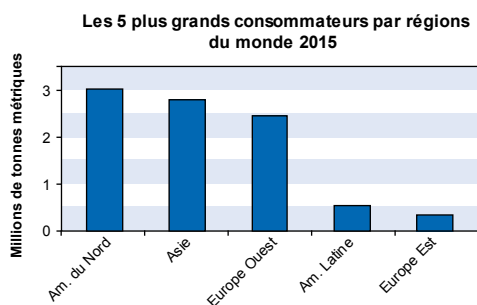
2005



2005-2015



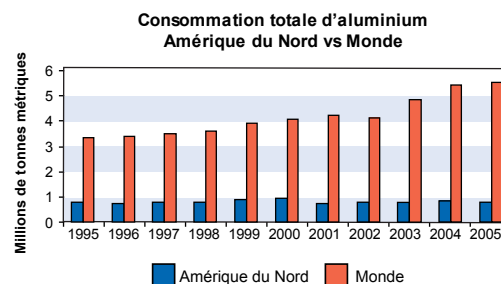
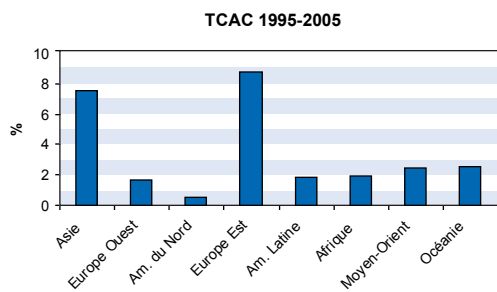
2015



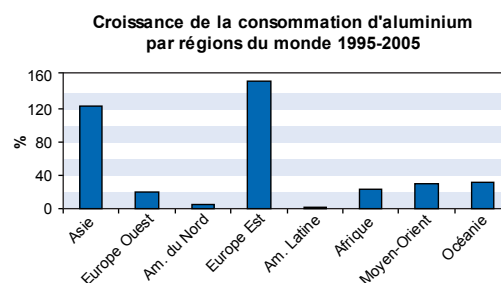
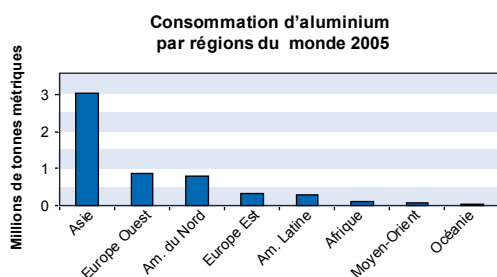
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 et James F. King

## LA CONSOMMATION POUR L'ÉLECTRICITÉ... DU PASSÉ AU FUTUR

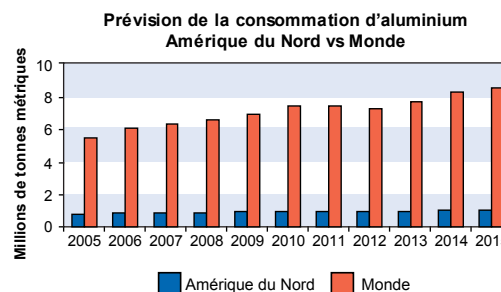
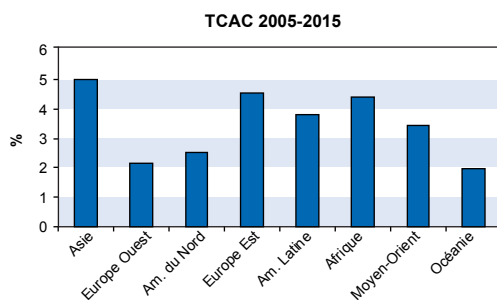
1995-2005



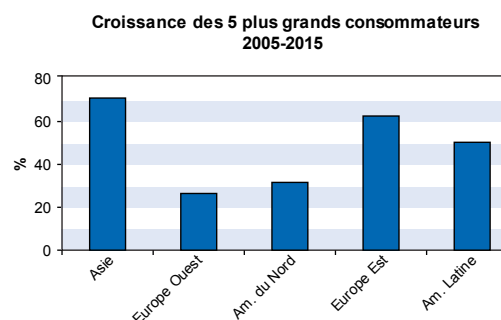
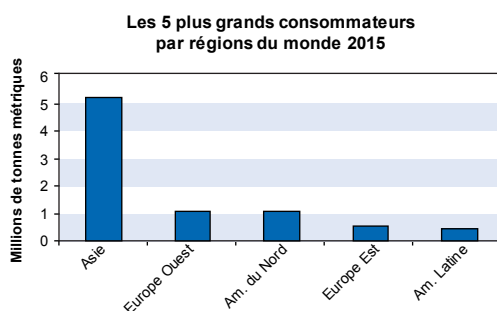
2005



2005-2015



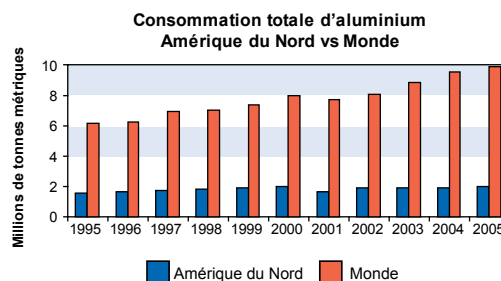
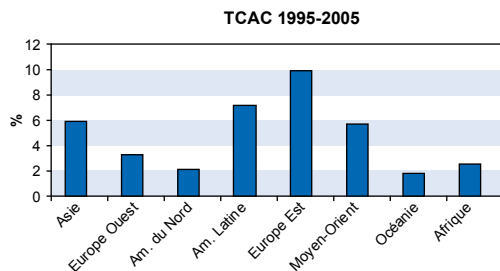
2015



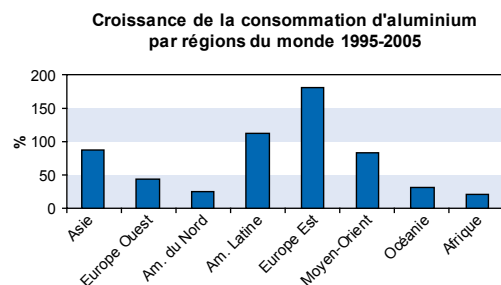
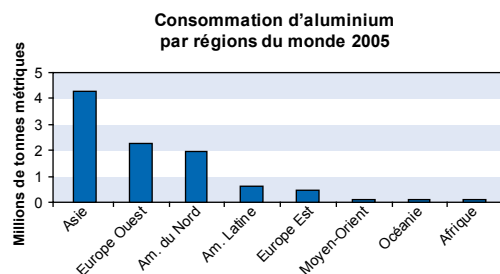
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 et James F. King

### LA CONSOMMATION POUR LES AUTRES... DU PASSÉ AU FUTUR

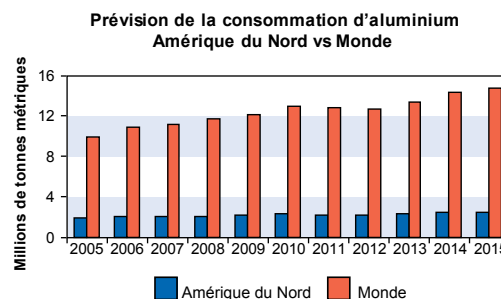
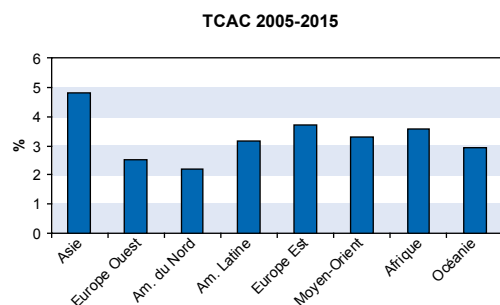
1995-2005



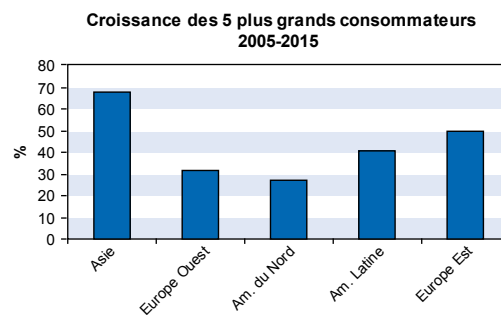
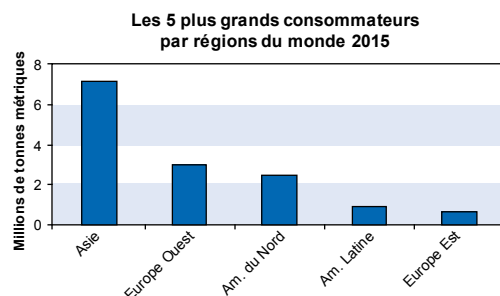
2005



2005-2015



2015



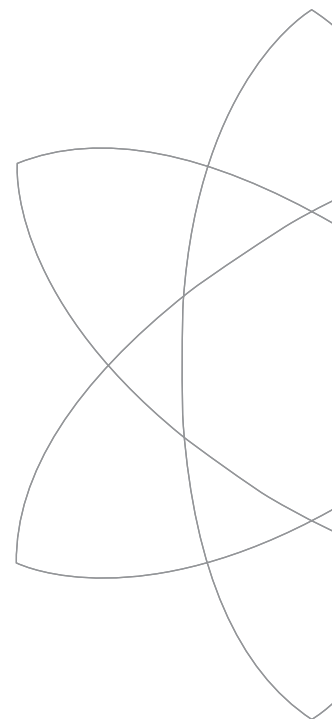
Sources : Aluminum Statistical Review 2005 et James F. King



## ANNEXE C - LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b>	Champs de compétences des répondants au questionnaire.....	6
<b>Figure 2:</b>	Diagramme de fonctionnement des ateliers de la CRT 2006.....	6
<b>Figure 3:</b>	Part des industries de haute et moyenne-haute technologie dans les exportations manufacturières, 2003..	11
<b>Figure 4:</b>	Le monde de l'aluminium.....	13
<b>Figure 5:</b>	Consommation et production mondiale d'aluminium de première fusion.....	14
<b>Figure 6:</b>	Cycle global de l'aluminium 2004.....	14
<b>Figure 7:</b>	Production canadienne d'aluminium de première fusion vs la production mondiale.....	15
<b>Figure 8:</b>	Les 10 plus grands pays producteurs d'aluminium de première fusion - 2005.....	15
<b>Figure 9:</b>	Croissance des pays plus grands producteurs d'aluminium de première fusion 1995-2005.....	16
<b>Figure 10:</b>	Production secondaire et de refonte canadienne 2000-2005.....	17
<b>Figure 11:</b>	Production secondaire et de refonte américaine 2000-2005.....	17
<b>Figure 12:</b>	Répartition de la production mondiale de produits semi-finis par type de produits - 2005.....	17
<b>Figure 13:</b>	Prévision de la production de produits semi-finis 2015.....	18
<b>Figure 14:</b>	Production de produits laminés au Canada.....	18
<b>Figure 15:</b>	Prévisions mondiales de produits laminés 2010-2015.....	18
<b>Figure 16:</b>	Importations et exportations canadiennes de produits laminés 1995-2005.....	19
<b>Figure 17:</b>	Consommation mondiale des produits laminés par marché - 2005.....	19
<b>Figure 18:</b>	Production de produits extrudés au Canada.....	20
<b>Figure 19:</b>	Prévisions mondiales produits extrudés 2010-2015.....	20
<b>Figure 20:</b>	Importations et exportations canadiennes de produits extrudés 1995-2005.....	20
<b>Figure 21:</b>	Consommation mondiale des produits extrudés par marché - 2005.....	21
<b>Figure 22:</b>	Production de produits moulés au Canada.....	21
<b>Figure 23:</b>	Prévisions mondiales de produits moulés 2010-2015.....	22
<b>Figure 24:</b>	Importations canadiennes de produits moulés 1995-2005.....	22
<b>Figure 25:</b>	Consommation mondiale des produits moulés par marché - 2005.....	22
<b>Figure 26:</b>	Production de produits tréfilés/étirés au Canada.....	23
<b>Figure 27:</b>	Prévisions mondiales produits tréfilés/étirés 2010-2015.....	23
<b>Figure 28:</b>	Importations et exportations canadiennes de produits tréfilés/étirés 1995-2005.....	24
<b>Figure 29:</b>	Consommation mondiale des produits tréfilés/étirés par marché - 2005.....	24
<b>Figure 30:</b>	Production d'autres produits au Canada.....	25
<b>Figure 31:</b>	Prévisions mondiales autres produits 2010-2015.....	25
<b>Figure 32:</b>	Importations et exportations canadiennes des autres produits semi-finis 1995-2005.....	25
<b>Figure 33:</b>	Consommation mondiale des autres produits par marché - 2005.....	26
<b>Figure 34:</b>	Importations et exportations canadiennes de poudres et pâtes 1995-2005.....	26
<b>Figure 35:</b>	Importations canadiennes de produits forgés 1995-2005.....	27
<b>Figure 36:</b>	Distribution de la production des produits semi-finis d'aluminium pour l'Amérique du Nord en 2005....	27

<b>Figure 37:</b>	Segmentation des marchés mondiaux de l'aluminium 2005.....	29
<b>Figure 38:</b>	Localisation des marchés de l'aluminium 2005.....	30
<b>Figure 39:</b>	Production canadienne et américaine par marché 2005.....	30
<b>Figure 40:</b>	Évolution de la consommation mondiale par marché 1995-2015.....	30
<b>Figure 41:</b>	Croissance du marché du transport Canada et États-Unis 2001-2005.....	31
<b>Figure 42:</b>	Segmentation du marché du transport aux États-Unis et au Canada 2005.....	31
<b>Figure 43:</b>	Consommation mondiale des produits semi-finis dans le marché du transport - 2005.....	32
<b>Figure 44:</b>	Cycle de vie des applications liées au domaine du transport.....	33
<b>Figure 45:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées au marché du transport.....	34
<b>Figure 46:</b>	Croissance du marché de la construction au Canada et aux États-Unis 2001-2005.....	35
<b>Figure 47:</b>	Segmentation du marché de la construction aux États-Unis et au Canada 2005.....	35
<b>Figure 48:</b>	Consommation mondiale des produits semi-finis dans le marché de la construction 2005.....	36
<b>Figure 49:</b>	Cycle de vie des applications liées au domaine de la construction.....	37
<b>Figure 50:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées au marché de la construction.....	38
<b>Figure 51:</b>	Croissance du marché de l'emballage au Canada et aux États-Unis 2001-2005.....	39
<b>Figure 52:</b>	Segmentation du marché de l'emballage aux États-Unis et au Canada 2005.....	40
<b>Figure 53:</b>	Croissance du marché de l'électricité au Canada et aux États-Unis 2001-2005.....	41
<b>Figure 54:</b>	Consommation mondiale des produits semi-finis dans le marché de l'électricité - 2005.....	41
<b>Figure 55:</b>	Croissance du total des autres marchés au Canada et aux États-Unis 2001-2005.....	42
<b>Figure 56:</b>	Croissance du marché des biens de consommation durables au Canada et aux États-Unis 2001-2005....	43
<b>Figure 57:</b>	Croissance du marché de la machinerie et des équipements au Canada et aux États-Unis 2001-2005.....	43
<b>Figure 58:</b>	Croissance du marché «Autres» au Canada et aux États-Unis 2001-2005.....	43
<b>Figure 59:</b>	Segmentation du marché des autres produits aux États-Unis et au Canada 2005.....	43
<b>Figure 60:</b>	Cycle de vie des technologies liées au domaine du moulage.....	45
<b>Figure 61:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées à la technologie du moulage.....	47
<b>Figure 62:</b>	Cycle de vie des technologies liées au domaine du formage.....	49
<b>Figure 63:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées aux technologies de formage.....	50
<b>Figure 64:</b>	Cycle de vie des technologies liées au domaine de l'assemblage.....	52
<b>Figure 65:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées à la plateforme technologique de l'assemblage....	53
<b>Figure 66:</b>	Cycle de vie des technologies liées au domaine du traitement de surface.....	54
<b>Figure 67:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées aux traitements de surface.....	56
<b>Figure 68:</b>	Cycle de vie des procédés liés au domaine de l'usinage.....	57
<b>Figure 69:</b>	Domaines d'intervention des opportunités liées à l'usinage.....	58
<b>Figure 70:</b>	Complexité technique versus l'horizon de réalisation de chacune des opportunités.....	61



ANNEXE D – BIBLIOGRAPHIE SUGGÉRÉE<sup>xxviii</sup>

**Aluminium Federation Ltd;** (2002) The UK Aluminium Industry Progress on Sustainability: November 2002. Birmingham, UK: ALFED, non paginé.

**Aluminum Metal Matrix Composites Consortium;** (2002) Aluminum Metal Matrix Composites Technology Roadmap. Ann Arbor, Michigan : National Center for Manufacturing Sciences, 59 p.

**AMIRA International;** (2001) Alumina Technology Roadmap. Dickson, Canberra ACT: Australian Aluminium Council, non paginé.

**Association de l'aluminium du Canada;** (2006) L'aluminium primaire au Québec. Québec : E&B DATA, 27 p.

**Association française de l'aluminium;** (2006) Le matériau et son histoire. [Online] Paris : Association française de l'aluminium. <<http://www.aluminium-info.com/fr/histoire/histoire02.html>>

**AUTO 21 inc.;** (2006) Propulser l'innovation par l'excellence en recherche Rapport annuel 2005-2006. [En ligne] Windsor, Ontario: AUTO 21 inc. <[http://www.auto21.ca/docs/auto21\\_report\\_2005\\_f.pdf](http://www.auto21.ca/docs/auto21_report_2005_f.pdf)>

**Cast Metals Coalition;** (2002) A Vision for the U.S. Metal Casting Industry 2002 and Beyond. Washington: U.S. Department of Energy, 10 p.

**Cast Metals Coalition;** (2003) Metalcasting Industry Technology Roadmap: Pathway for 2002 and Beyond. Washington: U.S. Department of Energy, 31 p.

**Conseil national de recherches Canada;** (2006) Les grappes technologiques initiatives du CNRC. Ottawa : Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 27 p.

**Développement économique et régional Québec;** (2003) Filière industrielle de la transformation de l'aluminium au Québec. Québec : Direction des industries chimiques et de la métallurgie, 75 p.

**GILBERT, Michel;** (2004) Les Plateformes technologiques de fabrication de produits de l'aluminium. Chicoutimi, Québec : NRC-CNRC Aluminium Technology Centre, non paginé.

**Industrie Canada;** (2000) Guide technologique de l'industrie canadienne de la fonderie. Ottawa : Industrie Canada, 51 p.

**Industrie Canada;** (2005) Au service des Canadiens: Cadre applicable aux activités fédérales en sciences et en technologie. Ottawa : Groupe de travail interministériel, 20 p.

**International Aluminium Institute;** (2006) Global Aluminium Recycling : A Cornerstone of Sustainable Development. London, UK : Global Aluminium Recycling Committee. 32 p.

**IPCC,** 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 p.

**KAUFMAN, J. Gilbert; ROOY, Elwin L.;** (2004) Aluminum Alloy Castings Properties, Processes and Applications. Materials Park, Ohio: ASM International, 325 p.

<sup>xxviii</sup> La bibliographie recommandée ne comprend qu'un nombre limité de documents consultés. La bibliographie complète peut vous être fournie sur demande.

## **D** ANNEXE D – BIBLIOGRAPHIE SUGGÉRÉE

**Le Conference Board du Canada;** (2007) Mission possible Pour une prospérité durable au Canada. Ottawa : AERIC inc., 58 p.

**Manufacturiers et exportateurs du Canada;** (2005) 20/20 Façonner notre avenir : L'avenir du secteur manufacturier canadien. Ottawa : Manufacturiers et exportateurs du Canada, 28 p.

**Materials and Manufacturing Ontario;** (2003) 2002-2003 Summary. Mississauga, Ontario: MMO, non paginé.

**Ontario Aerospace Council;** (2002) Canadian Aircraft Design, Manufacturing and Repair & Overhaul Technology Road Map. [En ligne] Ottawa : Industry Canada. <<http://strategis.gc.ca/epic/internet/inad-ad.nsf/en/ad03119e.html>> (Dernière mise à jour: 2003-09-24)

**Organisation de coopération et de développement économiques;** (2006) LES MUTATIONS DU SECTEUR MANUFACTURIER DANS LES PAYS DE L'OCDE DOCUMENT DE TRAVAIL STI 2006/9. Paris : OCDE, 41 p.

**PAWLEK, Rudolf P.;** (2006) World Secondary Aluminum Industry Annual Review. Light Metal Age: 64(4), p. 6-20.

**PORTER, Michael E.;** (2001) Clusters of Innovation: Regional Foundations of U.S. Competitiveness. Wasington: Council of Competitiveness, 80 p.

**Réseau Trans-Al inc.;** Carte routière technologique canadienne de l'aluminium 2000, Chicoutimi, 70 p.

**The Aluminum Association, inc.;** (1996) Aluminum Technology Roadmap Workshop. Office of Industrial Technologies Alexandria, Virginia: U.S. Department of Energy, 48 p.

**The Aluminum Association, Inc.;** (1998) Aluminum for Automotive Body Sheet Panels. Washington: The Aluminum Association, Inc., 51 p.

**The Aluminum Association, inc.;** (1999) Aluminum Industry Roadmap for the Automotive Market: Enabling Technologies and Challenges for Body Structures and Closures. Washington: U.S. Department of Energy, 69 p.

**The Aluminum Association, inc.;** (2003) Aluminum Industry Technology Roadmap. Washington: The Aluminum Association, Inc., 52 p.

**The Aluminum Association, inc.;** (2006) Aluminum Statistical Review for 2005. The Aluminum Association, Inc., 12 p.

**Training in Aluminium Application Technologies;** (1999) Aluminium Materials Technology. Belgique : European Aluminium Association, 2940 p.

**U.S. Department of Energy;** (2004) Aluminum Annual Report Fiscal Year 2003. Washington: U.S. Department of Energy, 15 p.

**U.S. Department of Energy;** (2006) FreedomCAR and Fuel Partnership Materials Technology Roadmap. Washington: U.S. Department of Energy, 18 p.

**United States International Trade Commission;** (2005) Foundry Products: Competitive Conditions in the U.S. Market. Washington: U.S. International Trade Commission, 368 p.



## SITES WEB SUGGÉRÉS

<b>AA</b>	<a href="http://www.aluminum.org">www.aluminum.org</a>
<b>AA- Automotive Aluminum</b>	<a href="http://www.autoaluminum.org/main">www.autoaluminum.org/main</a>
<b>AAC</b>	<a href="http://www.aac.aluminium.qc.ca">www.aac.aluminium.qc.ca</a>
<b>Alcan Inc.</b>	<a href="http://www.alcan.com">www.alcan.com</a>
<b>Alcoa Inc.</b>	<a href="http://www.alcoa.com">www.alcoa.com</a>
<b>Aleris International Inc.</b>	<a href="http://www.aleris.com">www.aleris.com</a>
<b>Aluminium-Verlag</b>	<a href="http://www.alu-verlag.de/alu_verlag">www.alu-verlag.de/alu_verlag</a>
<b>CNRC-NRC</b>	<a href="http://www.cnrc-nrc.gc.ca">www.cnrc-nrc.gc.ca</a>
<b>CQRDA</b>	<a href="http://www.cqrda.ca">www.cqrda.ca</a>
<b>CTIF</b>	<a href="http://www.ctif.com/anglais/en/index.asp">www.ctif.com/anglais/en/index.asp</a>
<b>EAA</b>	<a href="http://www.eaa.net/eea/index.jsp">www.eaa.net/eea/index.jsp</a>
<b>IAI</b>	<a href="http://www.world-aluminium.org/default.asp">www.world-aluminium.org/default.asp</a>
<b>NADCA</b>	<a href="http://www.diecasting.org/default.htm">www.diecasting.org/default.htm</a>
<b>Norsk-Hydro</b>	<a href="http://www.hydro.com/en/index.html">www.hydro.com/en/index.html</a>
<b>Novelis Inc.</b>	<a href="http://www.novelis.com">www.novelis.com</a>
<b>Réseau Trans-Al inc.</b>	<a href="http://www.trans-al.com">www.trans-al.com</a>
<b>TALAT</b>	<a href="http://www.eaa.net/eea/education/TALAT/index.htm">www.eaa.net/eea/education/TALAT/index.htm</a>
<b>USCAR</b>	<a href="http://www.uscar.org/guest/index.php">www.uscar.org/guest/index.php</a>

### ANNEXE E – ACRONYMES

<b>AA</b>	Aluminum Association
<b>AAC</b>	Association de l'aluminium du Canada
<b>AFS</b>	American Foundry Society
<b>Alcan-CRDA</b>	Centre de recherche et développement d'Arvida
<b>Alcan-KRDC</b>	Kingston Research and Development Center
<b>CIFM</b>	Centre intégré de fonderie et de métallurgie
<b>CMI</b>	Cast Metals Institute
<b>CNRC</b>	Conseil national de recherche du Canada
<b>CNRC-CTA</b>	Centre des technologies de l'aluminium
<b>CNRC-ICIST</b>	Institut canadien de l'information scientifique et technique
<b>CNRC-IMI</b>	Institut des matériaux industriels
<b>CNRC-IRA</b>	Insitut de recherche aérospatiale
<b>CNRC-IRC</b>	Institut de recherche en construction
<b>CQRDA</b>	Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium
<b>CRIQ</b>	Centre de recherche industrielle du Québec
<b>CRT</b>	Carte routière technologique
<b>CTIF</b>	Centre technique industriel de la fonderie
<b>CURAL</b>	Centre universitaire de recherche sur l'aluminium
<b>CVD</b>	Chemical Vacuum Deposition
<b>DEC</b>	Développement économique Canada
<b>EAA</b>	European Aluminium Association
<b>IAI</b>	International Aluminium Institute
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>LTE</b>	Laboratoire des technologies de l'énergie
<b>MIG</b>	Metal Inert Gas
<b>MLQ</b>	Minimal Quantity Lubricant
<b>NADCA</b>	The North American Die Casting Association
<b>OCDE</b>	Organisation de coopération et de développement économiques
<b>OEM</b>	Original Equipment Manufacturer
<b>PME</b>	Petites et moyennes entreprises
<b>PRAL</b>	Les Presses de l'aluminium
<b>REGAL</b>	Regroupement aluminium-Centre de recherche sur l'aluminium
<b>RSW</b>	Resistance Spot Welding
<b>TALAT</b>	Training in Aluminium Application Technologies
<b>TCAC</b>	Taux de croissance annuel composé
<b>TIG</b>	Tungsten Inert Gas
<b>TMS</b>	The Minerals, Metals & Materials Society
<b>UQAC</b>	Université du Québec à Chicoutimi
<b>USCAR</b>	United States Council for Automotive Research

