



La recherche sur l'aluminium au Québec

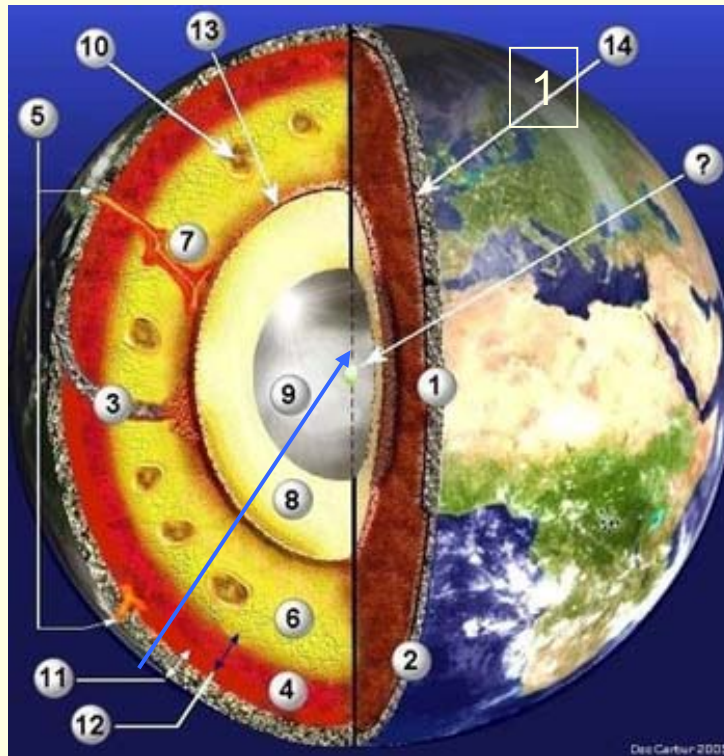
De la Terre vers des produits finis

Gervais Soucy, coordonnateur UdeS
Mario Fafard, directeur, UL

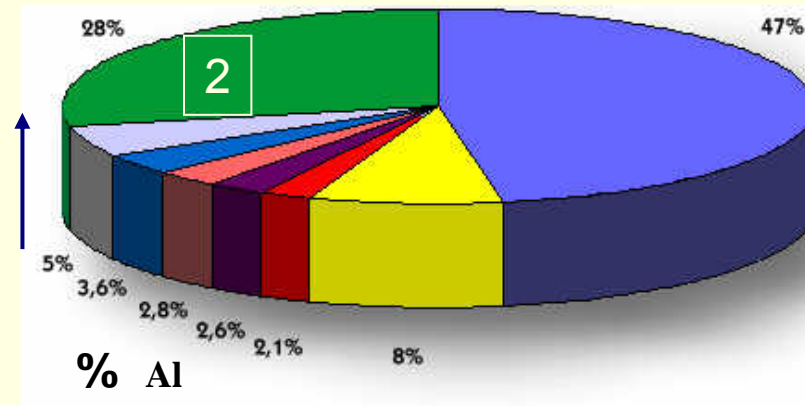
Contenu

- L'aluminium sur la planète Terre
- De la Terre aux lingots
- Des lingots... aux produits de consommation
- Des produits manufacturés vers ... des produits manufacturés
- Impact économique
- Impacts environnementaux
- Production d'Aluminium (Al)
- Le Centre

L'aluminium sur la planète Terre ...



47%	Oxygène
28%	Silicium
8%	Aluminium
5%	Fer
3,6%	Calcium
2,8%	Sodium
2,6%	Potassium
2,1%	Magnésium



SIAL

1- www.ileintense.com/

2- ressources6.techno.free.fr

L'aluminium sur la planète Terre

Bauxite

Procédé
Bayer

Alumine

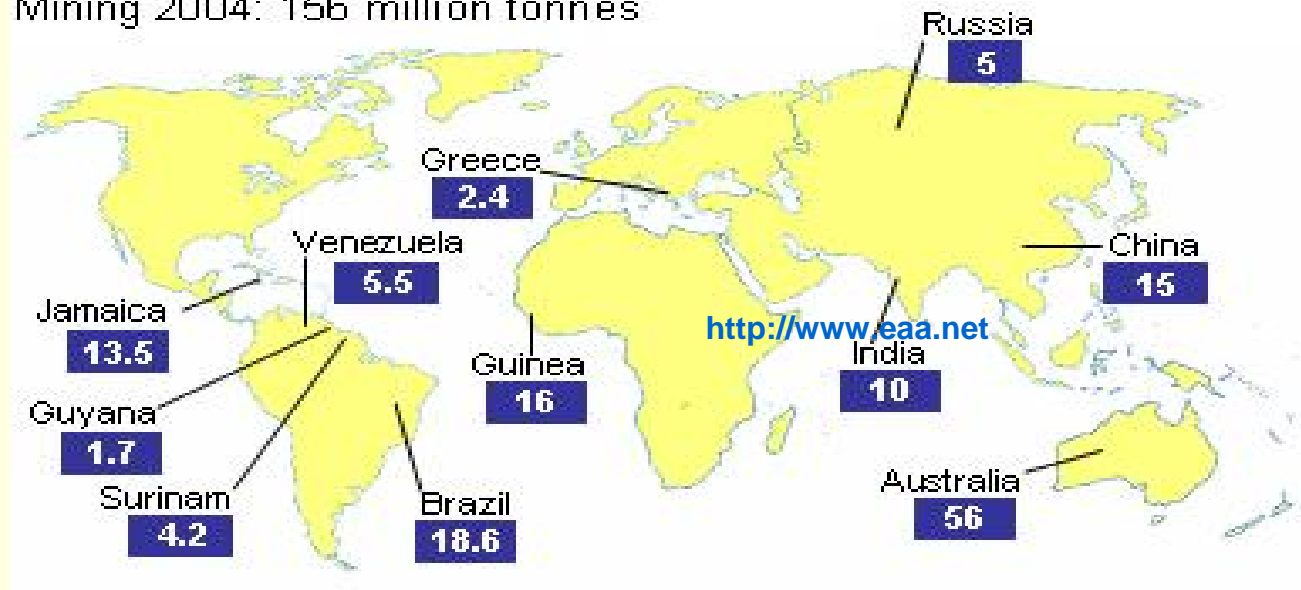
Procédé
Hall-Héroult

Aluminium

Bauxite production (in million tonnes 2004)

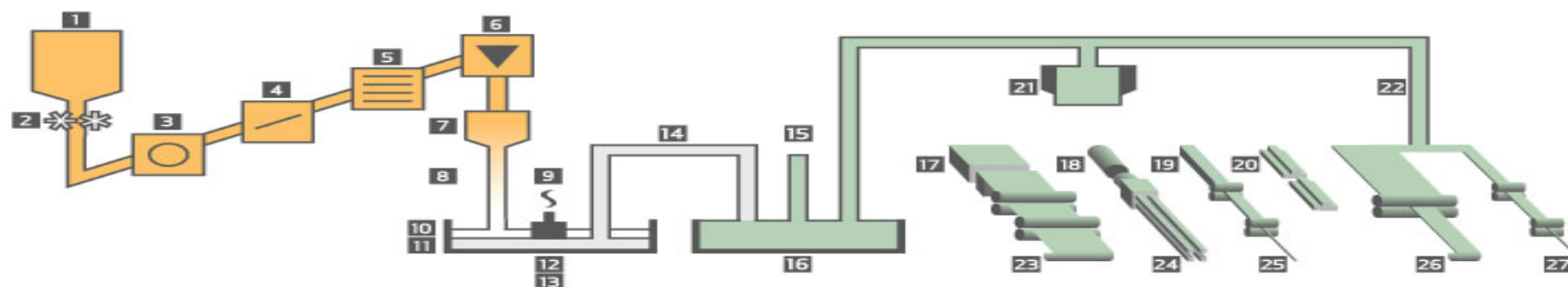
Resources worldwide: about 40 billion tonnes

Mining 2004: 156 million tonnes



De la Terre aux lingots

UN PROCÉDÉ DE FABRICATION MULTIDIMENSIONNEL



ALUMINIUM DE PREMIÈRE FUSION

ALUMINIUM DE DEUXIÈME FUSION

EXTRACTION DE L'ALUMINE À PARTIR DE BAUXITE

- 1 BAUXITE
- 2 BROYEUR
- 3 AUTOCLAVE
- 4 DÉCANTEUR
- 5 FILTRE-PRESSE
- 6 DÉCOMPOSEUR
- 7 FOUR DE CALCINATION

PROCÉDÉ D'ÉLECTROLYSE TRANSFORMANT L'ALUMINE EN ALUMINIUM

- 8 ALUMINE
- 9 ANODE
- 10 ÉLECTROLYTE EN FUSION
- 11 ALUMINIUM DE FUSION
- 12 CATHODE
- 13 CUVE D'ÉLECTROLYSE
- 14 ÉTAUX D'ALLIAGE

FONDERIE/RECYCLAGE ET TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM

- 15 MÉTAUX D'ALLIAGE
- 16 FOUR D'ATTENTE
- 17 LINGOT DE LAMINAGE
- 18 LINGOT D'EXTRUSION
- 19 LINGOT DE TRÉFILAGE
- 20 LINGOT DE REFONTE / FONDERIE
- 21 COULÉE EN LINGOTS
- 22 COULÉE EN CONTINU
- 23 TÔLE
- 24 PROFILÉS
- 25 FIL MACHINE
- 26 TÔLE
- 27 FIL MACHINE

www.aac.aluminium.qc.ca

Des lingots ... aux produits de consommation



- 1- www.in.gr
- 2- www.periodieksysteem.com
- 3- CQRDA et Réseau Trans-al
- 4- www.eclipseaviation.com
- 5- www.macaroonedesign.com
- 6- www.aludiamond.com

Des produits manufacturés vers ... des produits manufacturés



A : collecté ... B : fondu ... C : coulé en lingots
D : enroulé en bobines ... E : prélaqué

http://www.novelis-painted.com/lenvironnement/recyclage/processus_de_recyclage/index_fra.html

Impact économique au Québec

- L'industrie de l'Al se classe au 3^{ième} rang des exportateurs du Québec
 - 9 % des exportations totales en 2005: 8,5 milliards de \$
- L'industrie de l'Al de 1^{ième} fusion se classe au 2^{ième} rang des grands secteurs investisseurs au Québec
 - 1985 à 2007, l'industrie a investi plus de \$15 milliards de \$ au Québec
- Achats de biens et services : 1,6 milliard de \$
- Masse salariale : 809 millions de \$
- Impôts et taxes divers payés aux gouvernements provincial et fédéral : 300 millions de \$
- Taxes municipales : 49 millions de \$
- Facture d'électricité payée à Hydro-Québec : 700 millions de \$

Impacts environnementaux ...

■ Aluminium

- Léger, résistant à la corrosion, durable, malléable, très bon conducteur
- Recyclable
 - sa qualité n'est pas altérée lors de sa réutilisation et le processus de recyclage peut être répété maintes et maintes fois



- Une tonne d'aluminium recyclé = 5% de l'énergie de l'aluminium de première fusion
- Aluminium recyclé jusqu'à
 - 90% dans le secteur du transport
 - 90% dans le secteur du bâtiment
 - 50% pour les canettes en Europe

Impacts environnementaux ...

- Énergie $\approx 35\%$ des coûts de production d'Al de première fusion
- Consommation théorique ≈ 6 kWh/kg
- Meilleure technologie actuelle ≈ 13 kWh/kg
- Consommation moyenne (précuite et Söderberg)
 - En Amérique du Nord¹ 15,5 kWh/kg
 - Moyenne mondiale¹ 15,3 kWh/kg
 - Visée par l'industrie d'ici 2020² : 11,0 kWh/kg

1- <http://www.world-aluminium.org/Home>

2- Choate, W.T. & Green J.A.S., 2003. *U.S. Energy Requirements for Aluminum Production: Historical Perspective, Theoretical Limits and New Opportunities*. U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, Washington, D.C.

Impacts environnementaux

- 70 % CO₂ pour la production de l'Al provient de la combustion des énergies fossiles destinées à la production d'électricité
- ≈ 5,7 t de CO₂ équivalent /t d'Al si la source d'énergie est hydroélectrique
 - ≈ 16 million de tonnes au Québec/an
- ≈ 19,5 t de CO₂ équivalent /t d'Al pour une production d'énergie à base de charbon
 - Chine 4 x Canada en production ... 10 x plus en CO₂
- Chaque tonne d'Al génère environ 25 kg de brasques usées
 - ≈ 65 000t/an au Québec

Production d'Al ...

- Canada
 - 1960: 0,7 mégatonne /an
 - 2005: 2,9 mégatonnes/an
 - 3^{ème} rang mondial des producteurs
 - **Québec 2,6 mégatonnes/an (90%)**
 - RTA 1,117 mégatonnes
 - Alcoa 1,087 mégatonnes
 - Alouette 0,550 mégatonnes
- Chine 12 mégatonnes/an
- Russie et CÉI : 8 mégatonnes/an

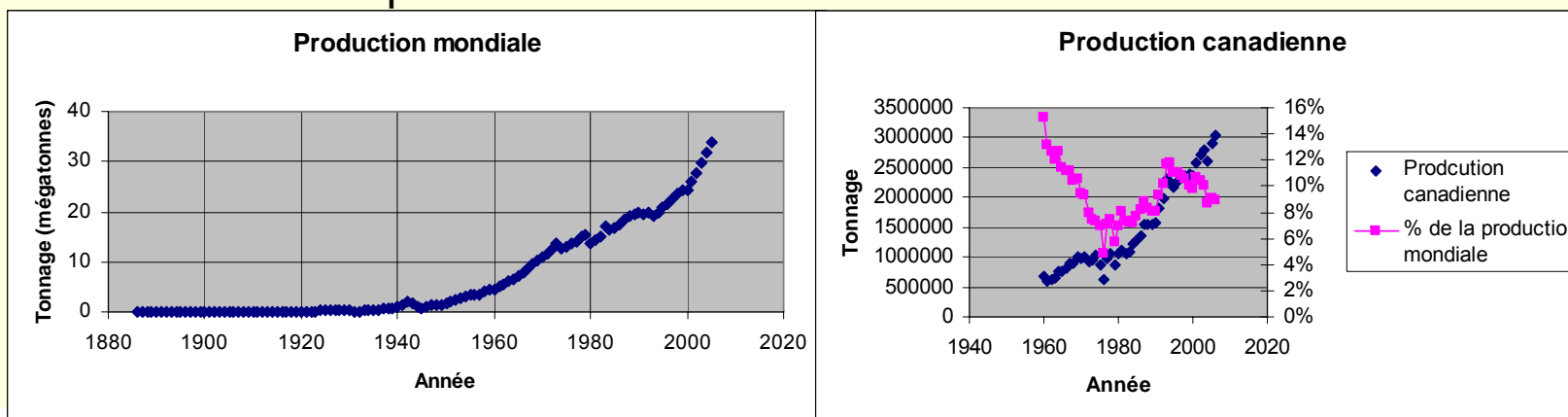
Production d'Al...

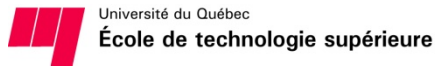
■ Le monde

- 1886: 16 tonnes
- 2005 34 mégatonnes
- D'ici 2020 60 mégatonnes (annoncé en 2005)

■ Le Canada produit

- 54% du tonnage d'Al primaire en Amérique du Nord
- 37% de la production des Amériques
- 10% de la production mondiale

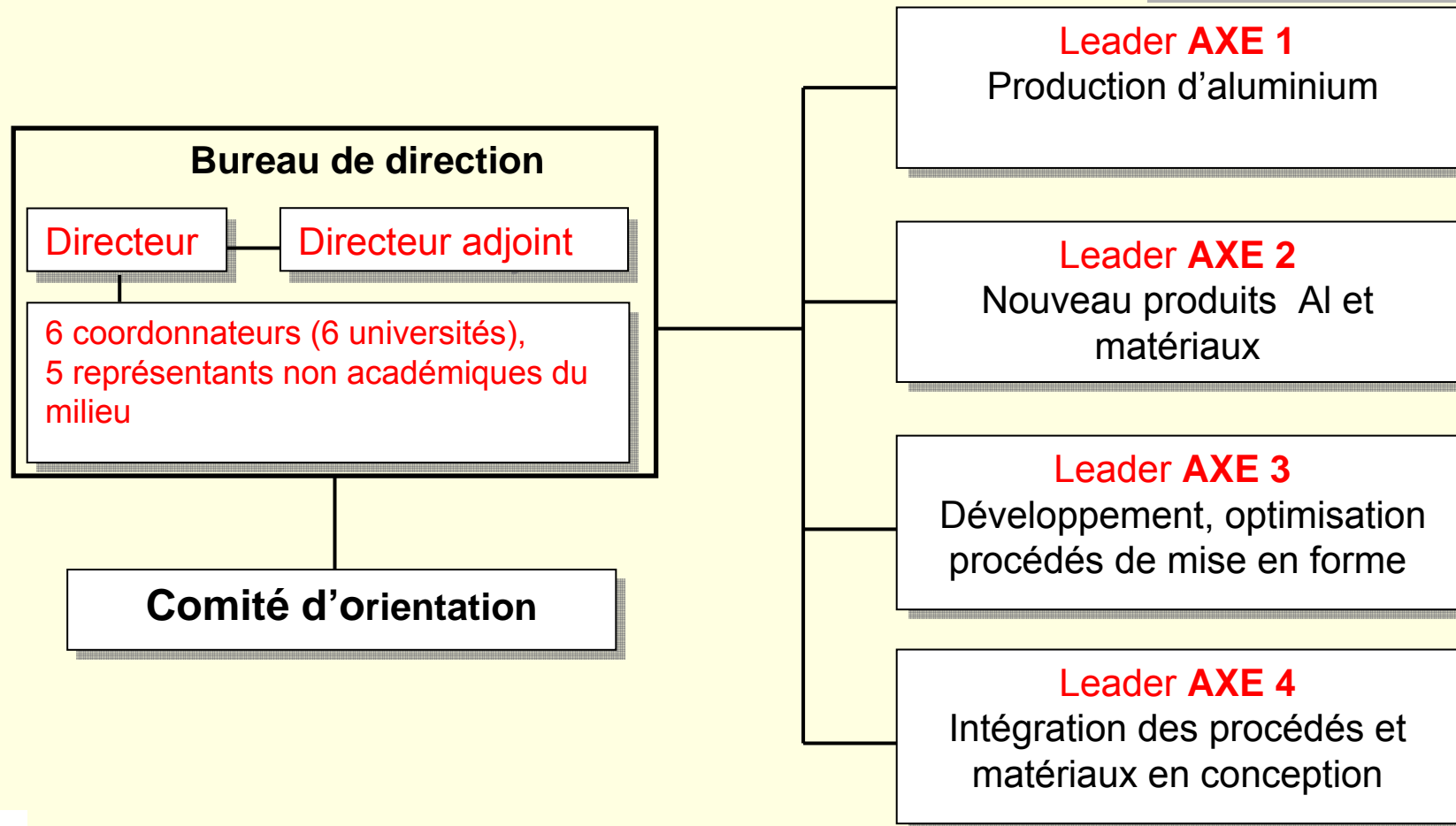




REGAL

Regroupement Aluminium

Le Centre... Les axes de recherche



Le Centre... Mission

- Former du personnel hautement qualifié et transfert de connaissances vers l'industrie
- Créer une synergie entre les universités, les institutions publiques et l'industrie
- Arrimer la R-D avec l'industrie en privilégiant des actions spécifiques avec les PME tout en travaillant sur des aspects fondamentaux
- Favoriser le maillage avec les grands centres de recherche sur l'aluminium dans le monde

Le Centre... Ressources humaines

- 36 professeurs
- 17 membres associés
- \approx 120 étudiants aux études supérieures: taux de placement \approx 100%
- 3 Chaires
- Collaboration: École des mines de Paris, University of Auckland, Université de technologie de Compiègne, Université de Liège, EPFL, etc.
- \approx 40 prix, *fellows*, *best papers*

Le Centre...Les chaires

- Chaire du Canada: McGill University, M. Brochu
- Chaire CRSNG RTA-UQAC, G.X Chen
- Chaire CRSNG GM-UQAC, F. Samuel
- Chaire CRSNG Alcoa-HQ- U. Laval: M. Fafard
(en évaluation)
- Chaire CRSNG Alouette-UQAC D. Kocaeffe
(en préparation)
- Chaire en conception Alcoa-UdeS: A. Desrochers
(dépôt 15 février 2009)
- Chaires terminées:
 - McGill : M. Pekguleryuz
 - UQAC : A. Charette
 - UdeS: K. Neale

Le Centre... Les projets en cours

■ Nombre de projets de R-D :	23
■ Somme en espèce :	≈10 M\$
■ Somme en nature:	≈5,2 M\$
■ Somme en 2007 et 2008 équipement:	≈16 M\$
■ Organismes publics qui financent :	6
■ CRSNG, FQRNT, CQRDA, Auto21, CRIAQ, FCI	
■ Nombre d'entités publics de R&D :	4
■ CNRC-IRA/CTFA, CNRC-IMI, CNRC-IMI/CTA, IRSST	
■ Nombre d'entreprises privées :	19
■ Nombre d'universités :	9
■ Bourses FQRNT/CRSNG BMP:	4

Plateforme intégrée pour la recherche de pointe appliquée au développement technologique de la production et de la transformation de l'aluminium

FCI / Gouv. du Québec

- Objectif:
 - Structurer les laboratoires de recherche avec des équipement de recherche de pointe
- Résultats actuels:
 - En cours d'installation
- Financement
 - Espèce:

■ FCI	16 000 000\$
■ Québec	5 500 000\$
■ Producteurs d'Al:	1 000 000\$
■ Universités	220 000\$
■ Autres (≈20)	3 780 000\$

UQAC
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À CHICOUTIMI



UNIVERSITÉ
LAVAL



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE



Université du Québec

École de technologie supérieure



Québec



Rio Tinto Alcan

Chaire industrielle sur les technologies avancées des métaux légers pour les applications automobiles (TAMLA)

CRSNG - PCI

- Objectifs:
 - Optimiser et contrôler les performances des alliages de fonderie d'aluminium, l'appliquer à des résultats des recherches fondamentales à l'optimisation des pièces industrielles de fonderie en aluminium et aussi au développement d'alliages pour les applications dans le secteur de l'automobile.
- Résultats actuels:
 - Projet en cours...
- Financement (2005 – 2010)
 - Espèce: **2,260,000\$**
 - CRSNG: 1,090,000\$
 - Autres: 1,170,000\$
 - Nature: **1,209,225\$**

UQAC
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À CHICOUTIMI



Comportement thermo-chimio-mécanique des cathodes de carbone des cuves Hall-Héroult

FQRNT- équipe

- Objectif:
 - Améliorer les connaissances sur la dégradation du carbone des cathodes sous électrolyse.
- Résultats actuels:
 - Meilleures connaissances des mécanismes de dégradation
- Financement (2006-2009)
 - Espèce: **166 887\$**
 - FQRNT: 154 887\$
 - Autres: 12 000\$
 - En nature **50 000\$**



Un laboratoire virtuel pour l'industrie de l'Al

CRSNG - RDC

■ Objectif:

- Mettre en place des modèles et une base de données pour les propriétés thermodynamiques et densités de la cryolithe, alliage Al liquide, etc. avec la viscosité et la conductivité électrique

■ Résultats actuels:

- Implémentation dans le logiciel commercial FACT-SAGE

■ Financement (2003-2008)

- Espèce: **600 000\$**
 - CRSNG: 300 000\$
 - Autres: 300 000\$



RioTintoAlcan

Développement d'une remorque ultralégère de 53 pieds

- Objectif:
 - Concevoir et fabriquer une nouvelle remorque; la tester sur la route; mise en marché de la remorque
- Résultats actuels:
 - Un prototype en construction
 - Un demande de brevet a été déposé
- Financement (2006-2009)
 - Espèce: **213 000\$**
 - FQRNT: 195 000\$
 - Autres: 18 000\$
 - En nature **472 000\$**

FQRNT - Action concertée



Conseil national
de recherches Canada
Centre des technologies
de l'aluminium

National Research
Council Canada
Aluminium Technology
Centre



Fabrication virtuelle de tubes hydroformés

■ Objectif:

- Fabrication de produits semi-finis performants et légers supérieurs à la compétition

■ Résultats actuels:

- Réduction des coûts de production chez Alfiniti/Spectube
- 2 bourses FQRNT-CRSNG + projet initial (retombées directe en entreprise)

■ Financement (2007-2010)

- Espèce: **658 000\$**
 - CRSNG: 532 000\$
 - Autres: 126 000\$
- Nature: **800 000\$**

CRSNG - Stratégique



Conseil national
de recherches Canada
Centre des technologies
de l'aluminium

National Research
Council Canada
Aluminium Technology
Centre



Mousse d'aluminium: procédé innovateurs et applications

FQRNT - Action concertée

■ Objectif:

- Investiguer de nouveaux agents et de nouvelles techniques pour améliorer le procédé et les propriétés des mousses d'Al pour l'acoustique et la tenue à l'impact

■ Résultats actuels:

- Compréhension du comportement des mousses
- Mousses à haut pouvoir d'absorption et d'isolation acoustique

■ Financement (2006-2009)

- Espèce: **324 000\$**
 - FQRNT: 210 000\$
 - Autres: 114 000\$
- En nature: **100 000\$**



Ebavurage et fini de pièces automatisés

CRSNG - RDC

- Objectif:
 - Développer des méthodes et des logiciels pour sélectionner des techniques efficaces d'ébavurage et pour accélérer et optimiser l'ébavurage et le fini de pièces
- Résultats actuels:
 - Projet en cours...
- Financement (2008-2011)
 - Espèce: **963 000 \$**
 - CRIAQ 233 000 \$
 - CRSNG: 480 000 \$
 - Autres: 250 000 \$



Université du Québec
École de technologie supérieure

RYERSON UNIVERSITY



ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
MONTREAL

CRIAQ



Averna



Pratt & Whitney Canada

Une société de United Technologies / A United Technologies Company

Réduction de la résistance électrique des assemblages anodiques

CRSNG - RDC

■ Objectif:

- Établir une meilleure compréhension du comportement en service du système anodique et ce, afin d'en abaisser la chute de potentiel durant sa vie utile.

■ Résultats actuels:

- Projet en cours...

■ Financement (2008-2011)

- Espèce: **490,783\$**
 - CRSNG: 302,083\$
 - Autres: 188,700\$
- Nature: **224,010\$**

UQAC
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À CHICOUTIMI



RioTintoAlcan

Développement de nouveaux alliages d'Al pour des applications aux moteurs diesel

CRSNG - Stratégique

■ Objectifs:

- Développer de nouveaux alliages d'aluminium avec amélioration des propriétés mécaniques pour des applications aux moteurs diesels.
- Utiliser des éléments péritectiques de l'Al pour concevoir une microstructure pour diminuer la réponse au vieillissement, à la fatigue et au fluage de nouveaux alliages.

■ Résultats actuels:

- Projet en cours...

■ Financement (2009 – 2012)

- Espèce: **409 000\$**
 - CRSNG: 399 000\$
 - Autre 10 000\$



RioTintoAlcan

Merci!

Questions