

# ENVIRONNEMENT

## Innovation technologique

### RÉSUMÉ

La valorisation de matières résiduelles inorganiques industrielles est tributaire du principe des 3RV-E. La réduction à la source, le réemploi, le recyclage, la valorisation et l'élimination doivent donc être privilégiés (dans cet ordre) lors des choix de gestion de matières résiduelles.

Valoriser une matière résiduelle peut être une activité complexe. Cependant, elle peut engendrer des activités commerciales lucratives, car la valorisation permet de transformer un produit sans intérêt en un produit ou une matière à valeur ajoutée pour lequel il existe une demande.

L'approche conçue par le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) et présentée dans cette fiche se veut un outil décisionnel qui aidera les dirigeants et gestionnaires environnementaux à faire des choix plus éclairés pour mieux planifier, évaluer et réaliser des projets de valorisation d'une matière résiduelle.



### MATIÈRES RÉSIDUELLES

#### APPROCHE DE VALORISATION DE MATIÈRES RÉSIDUELLES INORGANIQUES INDUSTRIELLES



Photo : CTTÉI

### POINTS SAILLANTS

#### Approche globale

La méthodologie mise au point par le CTTÉI :

- Oriente et accélère le processus décisionnel (analyse des gains environnementaux et économiques) ;
- Vise la réintroduction de la matière résiduelle dans une chaîne de production ou la création d'un nouveau produit ;
- Permet de déterminer les bonnes ressources techniques et scientifiques.

#### Caractérisation des matières résiduelles industrielles

- Composition chimique, concentrations et structures des constituants ;
- Caractéristiques physiques (granulométrie, % humidité, etc.) ;
- Disponibilité pour l'environnement (lixiviation, toxicité, etc.).

#### Essais de traitabilité

- Aptitude de la matière résiduelle à subir des traitements ;
- Validation à l'échelle laboratoire et à l'échelle pilote ;
- Faisabilité commerciale.

## OBJECTIFS DE LA FICHE

L'objectif de cette fiche est de fournir un outil de réflexion et un guide de référence aux générateurs de matières résiduelles industrielles, aux consultants, aux centres de recherche et aux universités qui s'intéressent à la gestion des matières résiduelles et à l'écologie industrielle dans le but, notamment, de favoriser la valorisation de ces matières. Il faut considérer que les approches de réduction à la source, réemploi et recyclage devraient être privilégiées.

L'approche de valorisation résumée dans la présente fiche devrait donc être appliquée si les considérations précédentes ne sont pas actuellement mises en pratique.

Cette fiche vise à :

- Décrire l'approche de valorisation industrielle utilisée par le CTTÉI, approche qui définit les différentes étapes clés pour une prise de décision éclairée;
- Répertorier l'expertise et les équipements disponibles au Québec dans les universités, les centres de recherche et les centres gouvernementaux relativement à la valorisation ;
- Mettre en lumière les aspects légaux relatifs à différents aspects de la prise en charge des matières résiduelles tels que : le transport, l'entreposage, l'élimination, le traitement et la valorisation afin de voir les obligations et les limites inhérentes à la matière résiduelle valorisée.

## PROBLÉMATIQUE

La gestion des matières résiduelles suscite beaucoup d'intérêt depuis plusieurs années. D'ailleurs, plusieurs organismes et entreprises privées interviennent aujourd'hui dans la gestion, le contrôle ou la sensibilisation pour la récupération de ces matières. Pensons entre autres, au ministère de l'Environnement du Québec, à Recyc-Québec, à Collecte sélective Québec, à Environnement Canada, au ministère des Ressources naturelles du Canada, au réseau québécois des Centres de formation en entreprise et récupération (CFER) et au réseau des Ressourceries du Québec. Toutefois, il n'existe pas d'outil permettant spécifiquement d'aider les industriels et les décideurs à trouver des avenues pour valoriser les matières résidu-

elles générées lors de la production, si ce n'est pour certaines matières résiduelles inorganiques non dangereuses identifiées (*Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*, ministère de l'Environnement du Québec, Service des matières résiduelles, juin 2002).

La valorisation des matières résiduelles industrielles (résidus miniers, résidus de production de l'acier, résidus d'exploitation de carrière, résidus de l'industrie de production d'aluminium, résidus de l'industrie chimique, déchets commerciaux et institutionnels, déchets municipaux, etc.) implique de tenir compte de nombreux aspects, notam-

ment la faisabilité scientifique et technique, les coûts et le financement de la gestion et du traitement, la protection de l'environnement, la réglementation, le transport, la main-d'œuvre, l'organisation du travail, l'hygiène, la santé et la mise en marché. Il peut être difficile pour les entreprises et les intervenants concernés par la valorisation de ces sous-produits industriels de cerner et de rassembler l'information nécessaire. La présente fiche permettra à ces derniers de mieux saisir les différents aspects concernant leurs projets et de trouver l'expertise dont ils ont besoin. À cet effet, un tableau synthèse présentant différents intervenants spécialisés œuvrant dans le domaine de la valorisation de sous-produits industriels est présenté en annexe.



Photos : CTTÉI, Melri, RECMIX et Suzanne Lachance

# MÉTHODOLOGIE

La valorisation d'une matière résiduelle issue de la production industrielle passe par un protocole d'évaluation qui tient compte de tous les aspects présentés dans cette fiche. Les différentes étapes du processus de recherche sont illustrées à la figure 1.

La connaissance du procédé qui génère la matière résiduelle, l'historique de suivi de cette matière, son mode de gestion et une bonne caractérisation, sont des éléments à la base d'une bonne réflexion. Dès cette étape, une première analyse de la nature des problèmes susceptibles d'être rencontrés lors du processus de valorisation peut être faite. Une synthèse des données recueillies permet de déterminer l'information manquante. Au besoin, une recherche bibliographique sur le sujet est réalisée et, selon le cas, il peut s'avérer nécessaire de consulter le réseau d'experts.

Un complément de caractérisation de la matière aux fins de valorisation peut être recommandé à la suite de la synthèse des données. Toutefois, avant de déterminer s'il

existe un potentiel de valorisation, il est important de caractériser la matière solide. Une réévaluation en cours de route peut mener à modifier les hypothèses de base ou même les orientations de valorisation choisies à l'origine.

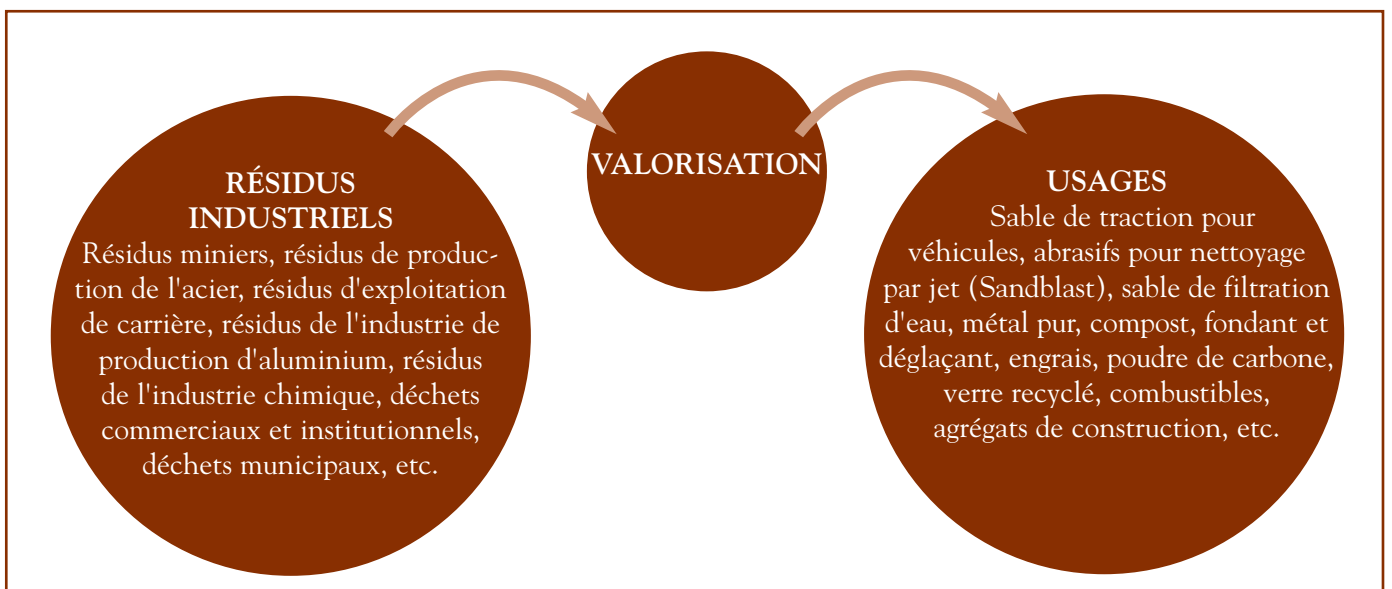
La caractérisation permet aussi d'établir le statut réglementaire de la matière résiduelle. Selon le cas ou la matière est dangereuse ou non dangereuse (au sens du Règlement sur les matières dangereuses), différents outils pour aider à la prise de décision sont disponibles. Il existe, entre autres, quatre guides de valorisation traitant des matières non dangereuses. Le tableau 1 fait le lien entre les lois et règlements et les activités de transport, d'entreposage, d'élimination, de valorisation, de gestion, de traitement et de récupération d'une matière résiduelle, lesquels vont influencer la faisabilité d'une filière de valorisation.

Après cette étape, il est possible de savoir si la matière résiduelle peut être utilisée (telle quelle) et s'il y a une bonne probabilité de la valoriser. Il ne reste qu'à déter-

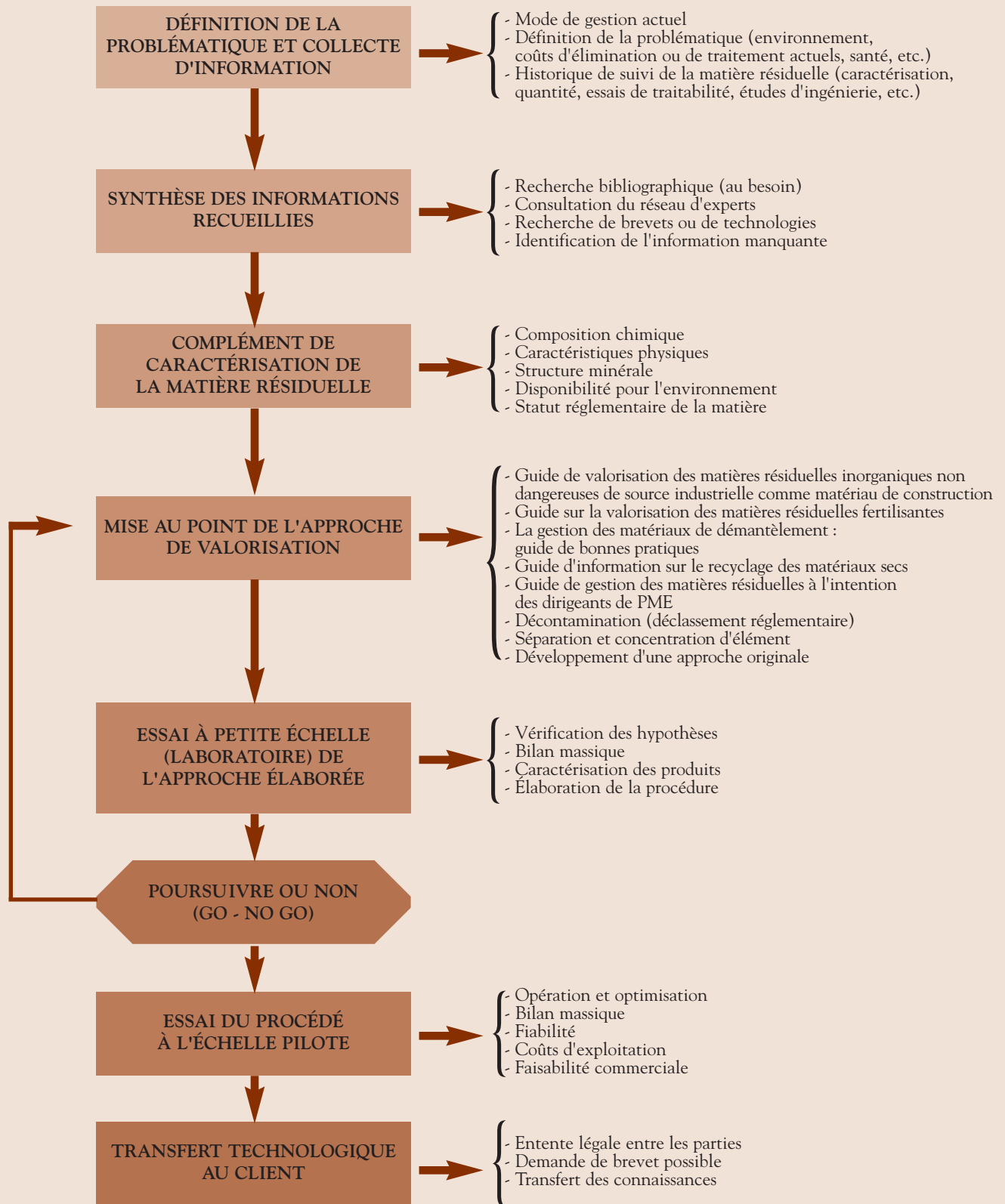
miner le ou les procédés de traitement (chaîne d'unités de traitement) qui permettraient de valoriser la matière en tout ou en partie. Les choix de traitement sont testés en laboratoire. Les essais en laboratoire permettent de vérifier les hypothèses de base et de réduire l'incertitude scientifique et technologique quant aux résultats visés ou aux méthodes qui seront utilisées lors de la phase pilote. Les résultats de ces essais fournissent suffisamment d'information pour décider de modifier un projet en cours de route ou de l'arrêter. Les coûts et la faisabilité commerciale du projet sont très importants à cette étape.

La phase pilote permet d'obtenir des données concrètes pour adapter le procédé à l'échelle de la chaîne de traitement.

Finalement, la dernière étape consiste à transférer la technologie au client utilisateur. Le transfert des connaissances peut se faire sous la forme d'un cours théorique et pratique ou sous toute autre forme.



**FIGURE 1 : APPROCHE DE VALORISATION D'UNE MATIÈRE RÉSIDUELLE AU CTTÉI**



# RÉGLEMENTATION

## Matières résiduelles \*

Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation ou toute substance, matériau ou produit abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon.

\*Source : Loi sur la qualité de l'environnement du Québec

## Matières dangereuses\*

Les matières qui sont considérées comme dangereuses sont les matières : corrosives, explosives, gazeuses, inflammables, comburantes, lixiviables, radioactives et toxiques.

**TABLEAU 1 : LOIS, RÈGLEMENTS ET GUIDES GOUVERNEMENTAUX QUI TRAITENT DE LA GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES INORGANIQUES**

Activités visées	Lois, règlements et guides	Commentaires généraux
TRANSPORT	Loi de 1992 sur le transport des marchandises dangereuses (fédérale)	Traite de la signalisation, des règles de sécurité, des contenants et du plan d'intervention d'urgence.
	Règlement sur les matières dangereuses (provincial)	Obligation de confier ses matières dangereuses à un transporteur titulaire d'un permis.
	Règlement sur le transport des matières dangereuses (provincial)	Couvre la plupart des aspects relatifs au transport.
ENTREPOSAGE	Loi sur la qualité de l'environnement (article 70.9) (provinciale)	Obligation d'obtenir un permis pour l'entreposage de matières dangereuses reçu d'un tiers.
	Règlement sur les matières dangereuses (chapitre IV) (provincial)	Traite spécifiquement de l'entreposage de matières dangereuses résiduelles.
ÉLIMINATION	Loi sur la qualité de l'environnement (provinciale)	La section VII traite des aspects relatifs à l'élimination des matières résiduelles (plan de gestion, normes d'exploitation d'un site).
	Règlement sur les déchets solides (provincial)	Visé particulièrement la gestion et l'opération des sites d'élimination (définitions, récupération, compostage, certificat d'autorisation, garanties financières).
	Règlement sur les matières dangereuses (provincial)	L'article 5 définit « lieu d'élimination de matières dangereuses ». Le chapitre V présente les normes relatives au dépôt définitif.
VALORISATION	Loi sur la qualité de l'environnement (provinciale)	L'article 53.1 définit « valorisation ». La section VII met l'accent sur la valorisation des matières résiduelles.
	Règlement sur les matières dangereuses (provincial)	Le chapitre 3 donne les dispositions relatives à l'utilisation de matières dangereuses comme source d'énergie.
	Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction (provincial)	Basé sur une caractérisation exhaustive des matières résiduelles, le guide vise à favoriser et à faciliter la valorisation des matières résiduelles.
	Guide sur la valorisation des matières résiduelles fertilisantes (MRF) (provincial)	Sert à déterminer si une activité de valorisation de MRF est assujettie à une demande de certificat d'autorisation, et à préciser les normes et les critères applicables.
GESTION DES MATIÈRES	Loi sur la qualité de l'environnement (provinciale)	Obligation de tenir un registre des matières dangereuses. Obligation de préparer un bilan annuel de gestion pour les matières dangereuses.
	Règlement sur les matières dangereuses (provincial)	Définit le contenu du bilan annuel. Introduction de la politique québécoise de gestion des matières résiduelles.
	Loi sur la qualité de l'environnement (article 53.4) (provinciale)	A pour objet de rendre publique la politique du gouvernement sur la gestion des matières résiduelles.
	Politique québécoise de gestion des matières résiduelles	Ce guide a pour objectif de favoriser la gestion adéquate de ces matériaux de façon à limiter les impacts sur l'environnement.
TRAITEMENT	La gestion des matériaux de démantèlement : guide de bonnes pratiques (provincial)	Conçu afin de permettre aux gestionnaires de PME de développer et d'implanter un programme de gestion des matières résiduelles sur mesure.
	Guide de gestion des matières résiduelles à l'intention des dirigeants de PME (fédéral et provincial)	Obligation d'obtenir un permis ou un certificat d'autorisation pour traiter des matières dangereuses selon l'article 70.9 2 <sup>e</sup> aliéna.
RÉCUPÉRATION	Règlement sur les déchets solides (provincial)	Encadre la plupart des aspects relatifs à la récupération des déchets mélangés.

# POTENTIEL ET LIMITES

## Potentiel

- Remplacement de matières premières dans le procédé ;
- Utilisation optimale des matières non renouvelables ;
- Valeur ajoutée des ressources ;
- Réduction des impacts sur l'environnement ;
- Création possible d'une entreprise spécialisée dans le traitement et la valorisation de résidus ;
- Économies pour le générateur du résidu ;
- Économie d'énergie ;
- Diminution des gaz à effet de serre.

## Limites

La plupart des matières résiduelles contiennent des éléments de valeur. C'est souvent la contamination par d'autres éléments indésirables qui limite leur utilisation. Selon la complexité de séparation des éléments, la valorisation est plus ou moins réalisable.

La valorisation d'une matière résiduelle industrielle peut être envisagée si :

- Il y a un avantage financier par rapport à la gestion actuelle ;

- La gestion actuelle de la matière est problématique ;
- La technologie de valorisation est disponible et abordable ;
- Le produit issu de la valorisation satisfait à la réglementation en vigueur ;
- Il y a un marché économiquement viable pour ce produit.

## INFORMATION

Cette fiche a été rédigée à partir d'une recherche bibliographique et se base sur l'expertise et les travaux de recherche du Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTEI) et le Centre de recherche en environnement UQAM/Sorel-Tracy. Le projet a été entièrement financé par Environnement Canada.

Pour de plus amples renseignements, s'adresser à :

### Centre de transfert technologique en écologie industrielle

Hélène Gignac, M.Sc.,  
directrice générale  
Tél. : (450) 742-6651  
poste 5301  
Courriel :  
helene.gignac@cegep-sorel-tracy.qc.ca  
Site internet :  
www.cttei.qc.ca

### Environnement Canada Section innovation, suivi et secteurs industriels

Jean-René Michaud, ing.,  
M.Sc.A.  
Tél. : (514) 283-9207  
Courriel :  
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

Les fiches d'information Innovation technologique, produites par Environnement Canada, sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les secteurs suivants : eaux usées, émissions atmosphériques, sols contaminés, matières résiduelles, déchets dangereux, agroenvironnement et outil et procédé novateurs.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :  
Environnement Canada  
Section innovation, suivi et secteurs industriels  
105, rue McGill, 4<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec) H2Y 2E7  
Tél. : 1 800 463-4311

Publications offertes sur le site d'Environnement Canada sous la rubrique « Publications » :  
<http://www.qc.ec.gc.ca/dpe>

Production :  
Julie Leduc

Rédaction :  
Martin Girard  
Jacques Giguère  
Patrick Desjardins

Révision du texte :  
Jean-René Michaud  
France Guay  
Suzanne Brunelle

Révision linguistique :  
Sophie Lalonde

Mise en page :  
Lacroix O'Connor Lacroix

Impression :  
Les imprimeries IntraMédia

Publié avec l'autorisation du  
Ministre de l'Environnement  
© Sa Majesté la Reine du  
chef du Canada, 2005

N° de cat. : En153-113/59-2005F  
ISSN : 1712-0225  
ISBN : 0-662-79563-6

Mars 2005

Also available in English  
under the title: Approach for  
Reclaiming Inorganic Industrial  
Residual Materials

Canada

## Annexe : Synthèse des expertises du Québec

Noms	Expertises	Équipements	Exemples de projets ou d'expertises
Centre d'études des procédés chimiques du Québec (CÉPROCQ) <a href="http://www.ceprocq.com">www.ceprocq.com</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Technologies de surface</li> <li>. Technologies bio-industrielles</li> <li>. Technologies environnementales</li> <li>. Formation en automatisation industrielle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Laboratoire de simulation de procédés</li> <li>. Laboratoire de chimie (pilote et de chimie analytique)</li> <li>. Salle de santé-sécurité pour manipulation de produits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Optimisation de production, catalyse, réactifs</li> <li>. Traitement d'effluents et d'odeurs</li> </ul>
Centre intégré de fonderie et de métallurgie (CIFM) <a href="http://www.cifm.qc.ca">www.cifm.qc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mise au point et optimisation de produits métalliques</li> <li>. Mise au point et optimisation de procédés métallurgiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Fours de traitement thermique pour acier et aluminium</li> <li>. Fours de cémentation, de nituration, de recuit, de trempe et de revenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Recyclage de rebuts d'aluminium</li> <li>. Traitement thermique de cémentation en sel non toxique</li> </ul>
Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) <a href="http://www.cttei.qc.ca">www.cttei.qc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mise au point de produits à valeur ajoutée issus de la valorisation des matières résiduelles industrielles</li> <li>. Caractérisation des matières résiduelles</li> <li>. Soutien à la conformité réglementaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Laboratoire de chimie et de santé et sécurité</li> <li>. Appareils d'échantillonnage de sol, de sédiment, de liquide et de gaz</li> <li>. Équipement nécessaire à la réalisation de tests de lixiviation selon la méthode TCLP EPA 1311</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Production d'acétate de calcium et d'acétate de magnésium à partir d'un laitier d'aciérie</li> <li>. Évaluation des performances techniques, des caractéristiques environnementales et d'hygiène industrielle de l'abrasif Sorelmix utilisé pour le nettoyage par jet (<i>sandblast</i>)</li> </ul>
Centre de technologie minérale et de plasturgie inc. (CTMP) <a href="http://www.ctmp.ca">www.ctmp.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Purification de substances minérales</li> <li>. Concassage, broyage et tamisage</li> <li>. Recyclage de résidus miniers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Broyeur</li> <li>. Concasseur</li> <li>. Pulvérisateur</li> <li>. Tamiseur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Traitement des minerais</li> <li>. Traitement de fibres d'amiante</li> </ul>
Centre national en électrochimie et en technologies environnementales (CNETE) <a href="http://www.cnete.qc.ca">www.cnete.qc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Concept effluent zéro</li> <li>. Valorisation de composés organiques par la voie de la fermentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Générateur d'ozone</li> <li>. Séparateur solide/liquide</li> <li>. Membranes</li> <li>. Décanteurs/filtres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation de résidus de crevettes en produit à valeur ajoutée</li> <li>. Traitement des effluents</li> <li>. Électrochimie</li> </ul>
Centre de recherche en environnement UQÀM-Sorel-Tracy (CREUST) <a href="http://www.cttei.qc.ca">www.cttei.qc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Caractérisation de résidus à granulométrie fine et ultra-fine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Microporosité, surface spécifique et chimisorption</li> <li>. Analyse thermique gravimétrique et différentielle</li> <li>. Potentiel zêta et amplitude électrocinétique</li> <li>. Ultrapycomètre à gaz pour solides et poudres</li> <li>. Analyseur de distribution granulométrique APS-100 de Matec</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Production de peinture à base de pigments à partir de poussière d'acier au carbone</li> <li>. Traitement de sédiments contaminés</li> <li>. Biodisponibilité des métaux</li> </ul>
Département de génie chimique Université de Sherbrooke <a href="http://www.usherbrooke.ca/gchimique/personnel/profs/soucy">www.usherbrooke.ca/gchimique/personnel/profs/soucy</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Application des technologies au plasma dans l'industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Torches à arc</li> <li>. Four à arc, à arc plasma, à oxyfuel, à oxygaz</li> <li>. Chauffage par induction</li> <li>. Laboratoire analytique complet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation ou destruction de résidus solides, liquides et gazeux</li> <li>. Synthèse de poudres ultrafines de céramiques</li> </ul>

Noms	Expertises	Équipements	Exemples de projets ou d'expertises
Chaire industrielle CRSNG-Polytechnique-UQAT en environnement et gestion des rejets miniers <a href="http://www.enviro-geremi.polymtl.ca">www.enviro-geremi.polymtl.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Développement d'outils et de techniques géo-environnementales</li> <li>. Caractérisation de résidus miniers et impacts sur l'environnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Colonnes de lixiviation</li> <li>. Cellules triaxiales pour essais de perméabilité et cellules pour essais de diffusion et consommation de l'oxygène</li> <li>. Cellules de Tempe</li> <li>. Sédimentation et consolidation des boues et des rejets</li> <li>. Porosimètre au mercure et microscope électronique à balayage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Gestion intégrée des rejets durant la période de production de la mine</li> <li>. Restauration des sites d'entreposage générateurs de lixiviat minier acide lors de la fermeture d'une mine</li> </ul>
Chaire industrielle CRSNG en assainissement et gestion des sites <a href="http://www.polymtl.ca">www.polymtl.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Conservation et réhabilitation de sites</li> <li>? Connaissances fondamentales en biotechnologie d'assainissement de sites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Biofiltres <i>in situ</i> et <i>ex situ</i></li> <li>. Murs réactifs perméables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Développement de biotechnologies simples et peu coûteuses de traitement et de confinement des polluants organiques et des métaux lourds dans les sols, les résidus contaminés et les eaux souterraines</li> </ul>
INRS–Eau, Terre et Environnement <a href="http://www.inrs-ete.quebec.ca">www.inrs-ete.quebec.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation de matières organiques, traitement des rejets miniers</li> <li>. Méthodes d'analyse statistique et numérique, de modélisation, de télédétection et de géomatique appliquées aux écoulements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Spectrophotomètre d'absorption atomique (flamme et four au graphite)</li> <li>. Spectrophotomètre d'émission atomique au plasma (ICP)</li> <li>. Spectrophotomètre UV et visible</li> <li>. Compteur à scintillation</li> <li>. Compteur gamma</li> <li>. Compteur de particules</li> <li>. Microscopes et salle de traitement d'image</li> <li>. Chromatographie liquide, gazeuse et ionique</li> <li>. Analyseur de carbone organique et inorganique</li> <li>. Analyseur NCS</li> <li>. Auto-analyseurs de type Technicon</li> <li>. Salle blanche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation des boues municipales</li> <li>. Décontamination, stabilisation</li> </ul>
INRS-Énergie <a href="http://www.inrs-ener.quebec.ca">www.inrs-ener.quebec.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Expertise en énergie et dans les interactions laser-matière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Unités de laser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Génération de plasma extrêmement chaud</li> </ul>
McGill Metals Processing Centre (MMPC) <a href="http://www.mmpc.mcgill.ca">www.mmpc.mcgill.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Optimisation des procédés de transformation des métaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Four à résistance électrique</li> <li>. Four à chauffage direct</li> <li>. Analyseurs de la qualité du métal</li> <li>. Équipements de caractérisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Contrôle du laminage de l'acier</li> <li>. Suivi de la qualité du métal</li> </ul>

Noms	Expertises	Équipements	Exemples de projets ou d'expertises
Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) <a href="http://www.criq.qc.ca">www.criq.qc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Expertise dans le domaine des biotechnologies appliquées à l'environnement (eau, air et sol)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. HPLC préparatif</li> <li>. Réacteurs chimiques</li> <li>. Extracteur CO2</li> <li>. Extracteur-évaporateur Tournaire,</li> <li>. Réacteur sous vide,</li> <li>. Extracteur-pulvérisateur</li> <li>. Mélangeur thermo-cinétique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Traitement des sols contaminés par les métaux lourds et les phénols</li> <li>. Contrôle des procédés</li> <li>. Automatisation</li> </ul>
Centre de la technologie de l'énergie de CANMET <a href="http://www.cedrl.mets.nrcan.gc.ca">www.cedrl.mets.nrcan.gc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Diminution des émissions de gaz à effet de serre</li> <li>. Utilisation de l'énergie de manière plus durable</li> <li>. Amélioration de la capacité d'innovation des entreprises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Laboratoires et installations polyvalentes qui s'adaptent à diverses configurations énergétiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Amélioration de l'efficacité énergétique de procédés et de bâtiments</li> </ul>
Consortium de recherche minérale (COREM) <a href="http://www.corem.qc.ca">www.corem.qc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Recherche précompétitive en traitement et transformation de substances minérales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Broyeur</li> <li>. Déchiqueteur</li> <li>. Mélangeurs statiques</li> <li>. Presse à tambour et à bande</li> <li>. Lit fluidisé soumis à un champ magnétique</li> <li>. Crible/réacteur</li> <li>. Membrane avec action d'un champ électrique</li> <li>. Électrolyseur</li> <li>. Décanteur</li> <li>. Séparateur solide/liquide</li> <li>. Incinérateur</li> <li>. Tambour cylindrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ajout de coke dans la production de boulettes de fer</li> <li>. Gestion de l'énergie et sources d'énergie d'appoint dans les fours de cuisson des boulettes de minerais de fer</li> </ul>
Institut de recherche en biotechnologie (IRB) <a href="http://www.bri.nrc.ca">www.bri.nrc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mise au point de bioprocédés</li> <li>. Traitement biologique des sols, des eaux souterraines, des sédiments, de l'air et des eaux usées industrielles contaminées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Bioréacteurs de diverses tailles</li> <li>. Appareils analytiques</li> <li>. Équipements de fractionnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Procédés de décontamination</li> <li>. Utilisation de la biotechnologie pour séparer et traiter des contaminants</li> </ul>
Institut des matériaux industriels (IMI) <a href="http://www.imi.nrc.ca">www.imi.nrc.ca</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Activités de recherches et de développement axées sur les matériaux, leur formulation, leur mise en forme et le contrôle de leurs procédés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Équipements de formulation et de mise en forme de métaux et de polymères</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Conception de formulation et de mise en forme de matériaux</li> </ul>
Laboratoire des technologies de l'énergie (LTE) <a href="http://www.hydroquebec.com">www.hydroquebec.com</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Vise à mettre au point et à promouvoir des applications performantes et innovatrices de l'électricité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mélangeurs statiques</li> <li>. Membrane avec action d'un champ électrique</li> <li>. Électrolyseur</li> <li>. Micro-ondes</li> <li>. Évaporateur</li> <li>. Chauffage par induction</li> <li>. Four à arc plasma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Traitement des boues organiques par oxydation humide assistée par plasma avec valorisation des cendres</li> </ul>

Noms	Expertises	Équipements	Exemples de projets ou d'expertises
<p>Observatoire de l'environnement et du développement durable de Sherbrooke (axe 5 : Gestion des résidus)</p> <p><a href="http://www.usherbrooke.ca/observatoire/recherche/axes.html">www.usherbrooke.ca/observatoire/recherche/axes.html</a></p>	<p>Plus de 20 professeurs - chercheurs avec leurs équipes de haut niveau.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Réduction et réutilisation</li> <li>. Recyclage des matières résiduelles</li> <li>. Valorisation des résidus et des sous-produits industriels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Tous les équipements de pointe nécessaires à la caractérisation chimique, physique ainsi que micro et nanostructurale des matériaux</li> <li>. Plusieurs laboratoires de recherches à travers le campus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation de sous-produits industriels dans les ciments et les bétons</li> <li>. Valorisation de résidus de désencrage</li> <li>. Valorisation de polymères organiques</li> <li>. Valorisation des boues rouges</li> <li>. Valorisation des résidus urbains et de la biomasse</li> </ul>
<p>Chaire de valorisation du verre dans les matériaux</p> <p><a href="mailto:a.tagnit@usherbrooke.ca">a.tagnit@usherbrooke.ca</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation des sous-produits industriels dans le ciment et le béton</li> <li>. Physico-chimie des systèmes cimentaires</li> <li>. Développement de nouveaux systèmes cimentaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Tous les équipements de pointe nécessaires à la caractérisation chimique, physique ainsi que micro et nanostructurale des matériaux</li> <li>. Un laboratoire très développé sur les ciments et les bétons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Valorisation du verre mixte dans les bétons</li> </ul>