



# Projet ECO2 Décontamination des résidus amiantés et production d'oxyde de magnésium à faible empreinte carbone

*Mémoire présenté au BAPE dans le cadre du mandat sur :*

**L'état des lieux et la gestion de  
l'amiante et des résidus miniers  
amiantés**

14 février 2020

## TABLE DES MATIÈRES

1. À PROPOS DE SIGMA DEVTECH ET LA TECHNOLOGIE ECO2.....	2
2. DÉCONTAMINATION DES RÉSIDUS MINIERES AMIANTÉS ET PRODUCTION D'OXYDE DE MAGNÉSIUM....	3
3. LES AVANTAGES DU PROCÉDÉ ECO2.....	4
4. LE PROJET D'USINE DE PRODUCTION DE MGO.....	7
5. UN IMPACT POSITIF, MONDIALEMENT ET LOCALEMENT .....	8
6. UN PROJET PROFITABLE, UN MARCHÉ EN PLEINE CROISSANCE .....	9
7. DES PARTENAIRES STRATÉGIQUES .....	11
8. CONCLUSION.....	12

# PROJET ECO2

Production d'oxyde de magnésium  
à haute pureté et à faible empreinte carbone  
dans la région de Thetford-Beauce

Décontaminer

Valoriser

Commercialiser

## 1. À propos de SIGMA DEVTECH et la technologie ECO2

Sigma Devtech (SIGMA) est une entreprise québécoise qui propose un modèle novateur de maturation et de commercialisation de nouvelles technologies selon les principes du développement durables. Notre approche vise à valoriser des sous-produits industriels en développant des technologies respectueuses de l'environnement. Pour plus d'informations, on peut se référer à [www.sigmadevtech.com](http://www.sigmadevtech.com).

C'est dans cet ordre d'idée que la technologie ECO2 a été développée. Tout a commencé en 2009 quand les chercheurs de l'INRS-ETE (Institut National de la Recherche Scientifique, Eau-Terre et Environnement) ont développé un concept écologique (respectueux de l'environnement) de captation du CO<sub>2</sub> à partir de résidus miniers.

Le projet  
**ECO2**  
Une technologie  
**ECO**logique  
À faible empreinte de  
**CO2**

Sur les 10 dernières années, cette technologie qui utilise et décontamine les résidus miniers amiantés, a été orientée sur la production de MgO (oxyde de magnésium) de haute pureté. Ce minerai industriel est essentiel notamment pour la protection des équipements contre la chaleur intense. Ce procédé permet d'offrir un produit de qualité ayant une faible empreinte carbone.

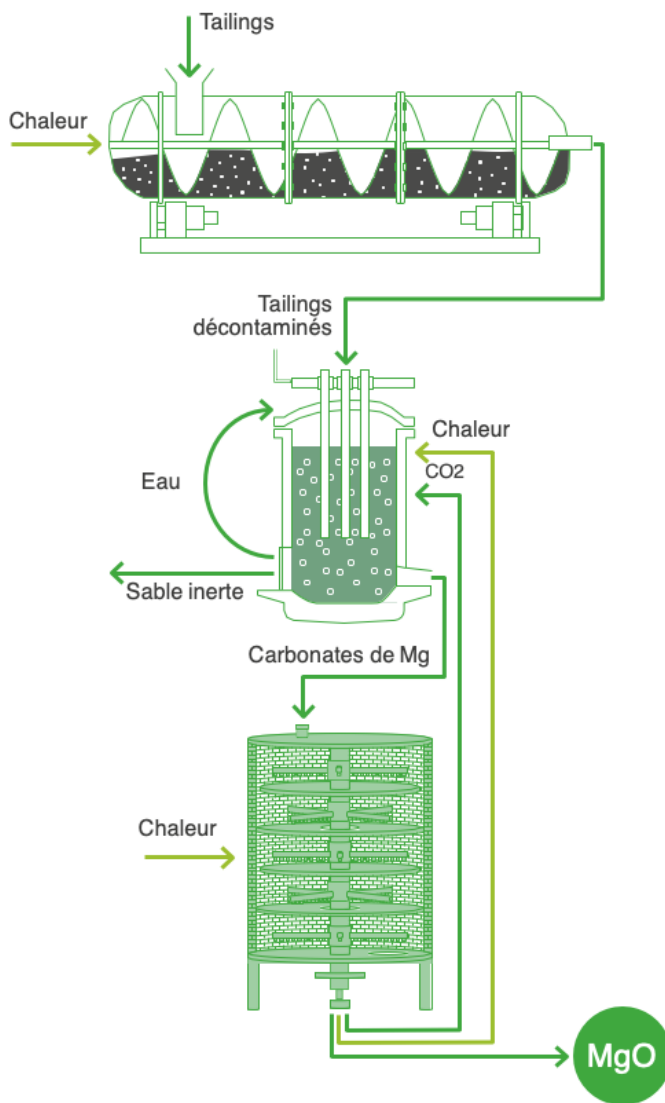
La technologie est maintenant opérationnelle à l'échelle de démonstration dans les laboratoires industriels de l'INRS-ETE à Québec. Elle permet de produire des briques de carbonate de magnésium qui sont ensuite transformées en oxyde de magnésium. Des résidus miniers amiantés provenant de la région Thetford-Beauce ont été utilisés et nos analyses montrent que les fibres résiduelles de chrysotile ont été détruites.



## 2. Décontamination des résidus miniers amiantés et production d'oxyde de magnésium

La technologie ECO2 se découpe en trois étapes majeures. La première étape consiste à décontaminer les résidus amiantés par un traitement thermique qui transforme la chrysotile sous une forme inerte. Les résidus miniers décontaminés sont ensuite broyés finement et envoyés à l'étape suivante.

La seconde étape consiste à extraire le magnésium sous forme de carbonate en utilisant le CO<sub>2</sub> comme agent lixiviant. Ce CO<sub>2</sub> qui provient de nos opérations est incorporé à un mélange d'eau et des tailings décontaminés. Le CO<sub>2</sub> se lie au MgO pour former du MgCO<sub>3</sub> en phase aqueuse.



**01** **Pré-traitement des résidus miniers et destruction thermique des fibres de chrysotile présentes ; broyage fin du matériel**

**02** **Extraction du magnésium sous forme de carbonates** dans les réacteurs en présence du produit de l'étape 1, d'eau et de CO<sub>2</sub>

**03** **Calcination des carbonates de magnésium** produisant le MgO et libérant le CO<sub>2</sub> qui est capturé et retourné à l'étape 2

C'est à cette 2<sup>e</sup> étape que l'on sépare le  $MgCO_3$ , sous forme liquide, de la matrice solide qui constitue un sable inerte pouvant être stocké de façon sécuritaire et ultimement valorisé commercialement par exemple sous forme de sable abrasif. Le  $MgCO_3$  est alors séparé, et précipité sous forme solide.

La troisième étape du procédé consiste à calciner le carbonate de magnésium dans un four. Le  $CO_2$  est alors relargué (le  $MgCO_3$  devient du  $MgO$  solide et du  $CO_2$ ) et récupéré afin de le retourner à l'étape précédente.

### 3. Les avantages du procédé ECO2

Grâce au travail remarquable de l'INRS-ETE avec leurs compétences en décontamination des sols et en captation des gaz à effet de serre, joint aux firmes d'ingénierie spécialisées qui ont contribué au projet, SIGMA Devtech peut affirmer être en mesure d'offrir enfin une technologie adressant les grands enjeux de la valorisation des résidus miniers amiantés.

Ceci peut s'expliquer en fonction des principaux avantages de la technologie.

#### Ce qui distingue le procédé ECO2 :



Le traitement thermique à très haute température des résidus miniers permet d'assurer la destruction des fibres potentiellement présentes. Ainsi, le procédé ECO2 va permettre la décontamination progressive du site.



Il n'a recours à aucun produit chimique dangereux polluant tel qu'utilisé dans les procédés conventionnels, on utilise seulement de l'eau et du  $CO_2$  récupéré et recyclé dans le procédé.



La structure cristalline du  $MgO$  ECO2 est différente des autres produits sur le marché; elle lui confère des propriétés et des performances remarquables.



L'utilisation « d'eau Perrier » comme agent d'extraction permet de cibler très efficacement et uniquement le magnésium atteignant ainsi une pureté inégalée.



Il permet de réduire des gaz à effet de serre de façon très significative comparé à tous les procédés existants pour la production d'oxyde de magnésium; ce sera le  $MgO$  le plus écologique au monde.



Les résidus miniers étant disponibles sous forme de piles sur le site, on peut simplement les ramasser et les transporter à l'usine, évitant ainsi toute activité minière (aucun forage, sautage ou concassage).

**Destruction des fibres résiduelles:** le procédé thermique utilisé assure une décontamination des plus efficace des résidus miniers amiantés. Des analyses du contenu en fibres après traitement avec le procédé ECO2 ont été réalisées par l'INRS-ETE sur les résidus amiantés provenant du site de Mine Carey (site projeté de construction de la future usine de production de MgO). Le tableau suivant présente les résultats d'analyse de fibre selon 2 méthodes d'analyse, sur 5 échantillons. On notera que les fibres résiduelles sont non détectables dans la majorité des cas. Dans tous les cas, on peut énoncer que le procédé ECO2 peut détruire plus de 99% des fibres (méthode ELAP : destruction de 99,9 à 100%; méthode IRSST : destruction de 99 à 100%). Nous désirons ici attirer l'attention sur les différences entre les 2 méthodes d'analyse. La méthode ELAP est celle recommandée par l'INRS-ETE pour sa plus grande précision et une meilleure représentativité pour cibler les fibres de chrysotile.

### Analyses du contenu en fibres de chrysotile sur les échantillons de résidus miniers de Mine Carey traités avec le procédé ECO2 (mesures de l'INRS-ETE, 2019)

Échantillon	Analyse IRSST 244	Analyse ELAP 198.4
1	N.D**	<u>N.D</u>
2	<u>N.D</u>	<u>N.D</u>
3	<u>N.D</u>	<u>N.D</u>
4	< 1 %	<u>N.D</u>
5	< 1 %	< 0,1 %

**Faible empreinte carbone:** le procédé ECO2 permet de produire un MgO de grande pureté (99%) avec la plus faible empreinte carbone au monde. Il faut comprendre que la production mondiale annuelle de MgO est d'environ 12 millions de tonne et provient principalement de Chine. Le procédé le plus courant, produisant un MgO de basse à moyenne pureté, produit de grandes quantités de CO2 issues de la calcination de gisements naturels de MgCO3. Le procédé le plus utilisé en Chine produit de 4,2 à 4,5 tCO2 par tonne de MgO produite.

Le MgO issu du procédé ECO2, produisant de la haute pureté (99%), est qualifié sur le marché de MgO synthétique. Actuellement le MgO synthétique dans le monde est produit à partir de saumure (eau de mer, eaux salines). Le tableau suivant compare le procédé ECO2 aux procédés existants de production de MgO synthétique en termes d'émission de CO2 et présente les principales préoccupations environnementales associées à ces procédés.

## Comparaison des procédés de production de MgO synthétique (haute pureté) en termes d'émissions de CO2 et enjeux environnementaux à considérer

	Procédé 1 Saumure - HCL	Procédé 2 Serpentine-dolomie-HCL	Procédé ECO2 Serpentine-CO2
<b>Principaux intrants</b>	Saumure de MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O Acide chlorhydrique	Serpentine, dolomie Acide chlorhydrique	Résidus miniers de serpentine CO2
<b>Émissions de GES (teqCO2/tMgO)</b>	4,0 tCO <sub>2</sub>	5,5 tCO <sub>2</sub>	1,3 tCO <sub>2</sub>
<b>Impacts environnementaux</b>	Émission de poussières à contrôler, eaux usées, traitement d'effluents acides	Émission de poussières, eaux usées, traitement d'effluents acides	Émission de poussières à contrôler
<b>Sources</b>	(Luong <i>et al.</i> , 2018; Seeger <i>et al.</i> , 2011)	(Luong <i>et al.</i> , 2018; Seeger <i>et al.</i> , 2011)	(Guy Mercier <i>et al.</i> , 2013; Kemache <i>et al.</i> , 2016; Pasquier, 2014; Pasquier <i>et al.</i> , 2014a; Pasquier <i>et al.</i> , 2014b; Pasquier <i>et al.</i> , 2016)

Les émissions de CO2 du procédé ECO2 ont été évaluées par l'INRS-ETE et montrent la plus faible empreinte carbone. De même les enjeux environnementaux sont les plus faibles, du fait de l'absence de produits chimiques dans le procédé. Dans tous les cas, il faut s'assurer de contrôler les émissions potentielles de poussières.

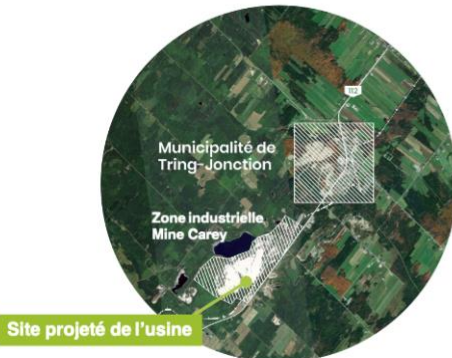
**Contrôle des poussières** : dans le cadre du projet d'implantation d'une usine de production de MgO à partir de résidus miniers amiantés, la préoccupation du contrôle des poussières a été prise en compte pour s'assurer de minimiser les risques pour la santé et sécurité des travailleurs ainsi que pour la population environnante. Dans la sélection d'un site d'implantation potentiel, on s'est assuré de localiser l'usine dans un secteur zoné industriel, éloigné des zones résidentielles. À cet effet, le site de Mine Carey s'est montré des plus pertinents. Ce site possède en plus des résidus miniers facilement accessibles, l'usine pouvant être localisée sur le site même, près des piles à exploiter. Nous avons eu recours à des firmes spécialisées en exploitation minière pour nous assurer que toutes les mesures seront prises pour minimiser les risques d'émission de poussières. Déjà, le fait d'avoir les résidus miniers facilement accessible élimine le recours à des méthodes d'extraction de minerai plus problématiques comme le sautage, le broyage, le transport sur longue distance.

Sur le site de prélèvement, les matériaux seront manipulés de façon humide pour éliminer les émissions de poussière. Les véhicules de chargement et de transport seront munis de cabines

scellées avec filtration d'air. Les chargements seront recouverts. Une fois arrivés à l'usine, les matériaux sont manipulés humides et une fois dans le procédé, tout est opéré dans un environnement contrôlé et hermétique.

## LA SANTÉ & SÉCURITÉ

PAS DE COMPROMIS POUR LE RESPECT DES NORMES



PLUSIEURS MESURES SERONT PRISES POUR LIMITER LA GÉNÉRATION DE POUSSIÈRES.



### 4. Le projet d'usine de production de MgO

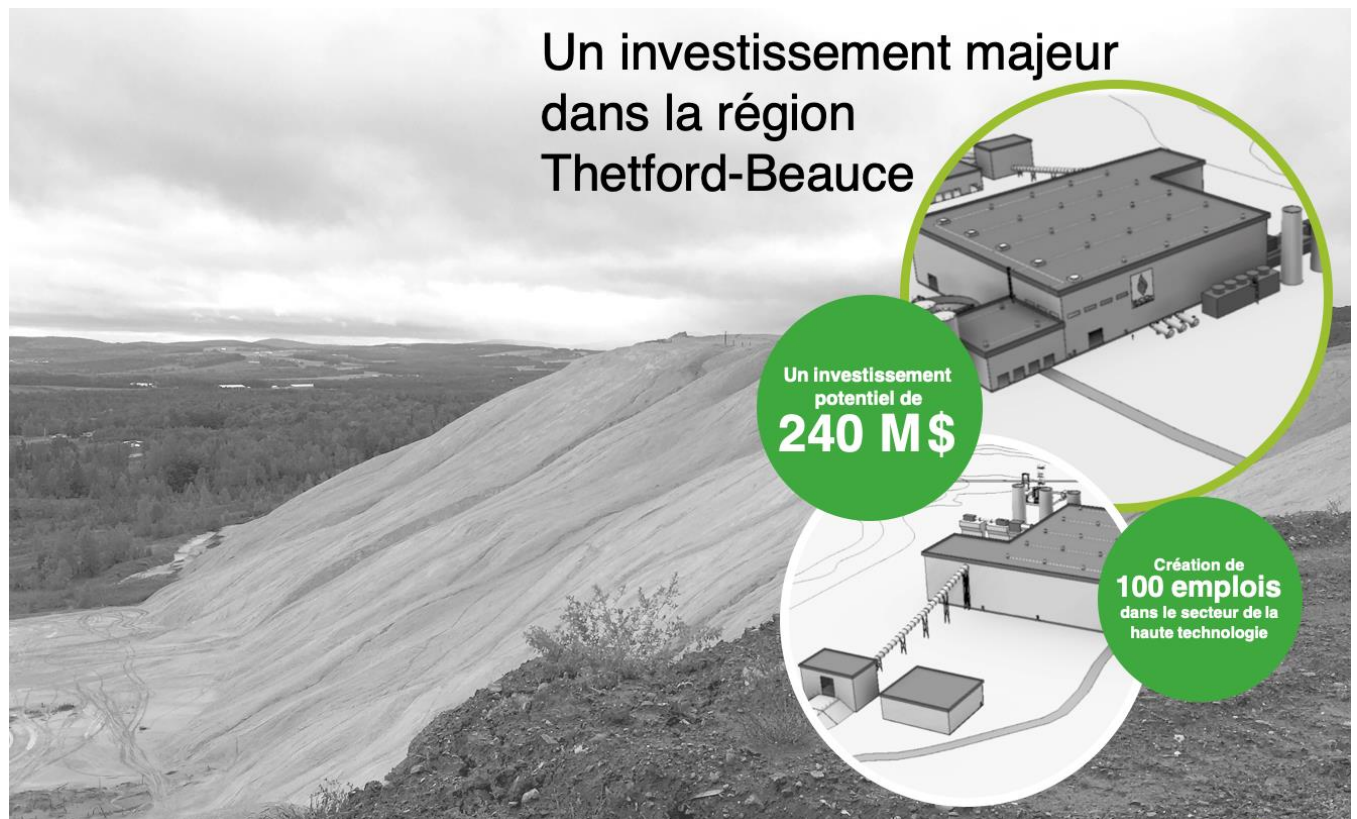
Le projet ECO2 vise la construction d'une usine pour la production et la commercialisation de 60 000 tonnes par année d'oxyde de magnésium de haute pureté. Ce minerai industriel est en grande demande sur les marchés mondiaux

Ce projet représente un investissement potentiel direct de près de 240 M\$ et offre une opportunité unique de diversification économique régionale par l'arrivée d'entreprises pour la 2e transformation de notre produit. Ce sont plus de 100 emplois de haute technologie qui seront créés au site de l'usine.

Le territoire d'implantation de l'usine est à cheval sur 2 régions adjacentes, la région de Thetford et la région de Beauce. On vise à y exploiter les résidus miniers, riches en magnésium,

accumulés au fil des années sur l'ancien site de Mine Carey. Ce site s'étale sur les territoires des municipalités de Sacré-Coeur-de-Jésus et de Tring-Jonction.

Géographiquement, nous nous trouvons à 1 heure de Québec ou à 3 heures de Montréal. Le site est déjà desservi par des infrastructures de transport qui sont importantes pour le projet considérant que la presque totalité de la production sera exportée aux États-Unis et en Europe. On se trouve sur un site zoné industriel, près de la route 112. Il est prévu qu'un chemin de fer passera à proximité du site donnant accès à la zone portuaire de Québec à environ 85 km.



## 5. Un impact positif, mondialement et localement


En plus des bénéfices économiques majeurs pour la région, le projet d'usine tel que configuré aura aussi des impacts positifs sur le plan de l'environnement. Ainsi, à chaque année, ce seront plus de 160 000 tonnes de CO<sub>2</sub> qui seront réduites du bilan mondial de production de MgO, un minerai industriel dont on ne peut se passer dans les grandes industries du monde entier. Localement, ce sont 360 000 tonnes de résidus miniers amiantés qui seront entièrement décontaminés de façon sécuritaire.

Sans MgO, pas d'acier, pas de ciment, pas d'aluminium. Sa production actuelle dans le monde est toutefois polluante, émettant d'importantes quantités de CO<sub>2</sub> et impliquant même un pillage des gisements de carbonates de la planète, forme naturelle de stockage du CO<sub>2</sub>.

Avec la technologie ECO2, le MgO passe au vert. Nous n'utilisons plus les sources naturelles de carbonates mais des résidus miniers qui sont décontaminés et valorisés. Le CO<sub>2</sub> émis par nos propres activités thermiques utilisant du gaz naturel est recirculé et utilisé comme agent d'extraction du magnésium. Les émissions de CO<sub>2</sub> sont ainsi **drastiquement réduites** par rapport aux meilleures technologies du marché.

Il faut se rappeler que les GES n'ont pas de frontière. La production de 60 000 tonnes par année de MgO dans la région Thetford-Beauce permettra de soulager la planète de près de 160 000 tonnes de CO<sub>2</sub>. Nous procéderons de plus à la décontamination de plus de 360 000 tonnes par année de résidus miniers.

Chaque année :

Réduction de   
**160 000**  
tonnes de CO<sub>2</sub>

Décontamination de   
**360 000**  
tonnes de résidus miniers

**120 000**   
tonnes de CO<sub>2</sub> stockées  
naturellement par la planète  
sont préservées

## 6. Un projet profitable, un marché en pleine croissance

Il est important de mentionner que la technologie ECO2 permet de rendre profitable la décontamination et valorisation des résidus miniers amiantés. Notre technologie permet de produire une nouvelle classe de produit haut de gamme, de haute pureté. La tendance mondiale est de se tourner vers les produits de haute pureté qui permettent de fabriquer des produits finis plus durables. En Europe et Amérique du Nord, on cherche aussi à réduire les empreintes carbone dans un contexte mondial de taxation des émissions de CO2.

Le marché pour le MgO de haute pureté a été évalué à près de 1 million de tonnes par année seulement aux États-Unis. L'Europe est aussi un marché très prisé. Des discussions très avancées avec des leaders de l'industrie des réfractaires permettent d'établir un carnet de commande de plus du double de la production anticipée à 60 000 tonnes par année.

Les applications ciblées pour notre MgO de haute pureté sont :

Le marché du CCM (calcination des carbonates de magnésium produisant l'oxyde de magnésium) pour les marchés de spécialités comme l'acier pour l'industrie de l'électricité (ex. fabrication d'alliages spéciaux pour les lignes de transport) et comme ingrédient naturel dans l'industrie des plastiques et du caoutchouc ;

Le marché du DBM (calcination du CCM à très haute température) pour le marché des réfractaires (fabrication de briques et matériaux pour la protection contre les hautes températures tel en cimenterie, aciérie, aluminerie)

## UN MARCHÉ MONDIAL EN CROISSANCE...

## POUR LE MgO DE HAUTE PURETÉ

Briquettes de MgO pour le  
marché des réfractaires

Une  
nouvelle classe  
de MgO,  
pur à 99%

MgO en poudre pour les  
marchés de spécialités

## 7. Des Partenaires stratégiques

Nous aimerions mentionner l'importance de partenaires stratégiques dans un tel projet. L'INRS-ETE a été le pionnier dans cette aventure de trouver des solutions aux problèmes des résidus amiantés. SIGMA Devtech a relevé le défi d'amener cette technologie à un niveau de développement. ECO2 Magnésia se propose de commercialiser cette grande innovation québécoise. On présente ci-après ces partenaires.



L'INRS-ETE est un centre de recherche québécois d'envergure internationale spécialisé dans la protection, la conservation et la mise en valeur des ressources naturelles. L'INRS est l'inventeur du procédé ECO2. Actuellement l'INRS abrite la nouvelle usine de démonstration de la technologie ECO2 dans ses installations ultramodernes du parc technologique de la ville de Québec. Une importante subvention de 1,5 M \$ du CRITM a été octroyée à l'INRS pour ce projet dans le contexte de partenariat INRS-Sigma Devtech-ECO2 Magnésia.

SIGMA Devtech est une entreprise québécoise privée dont la mission est le développement et le transfert technologique d'innovations dans le domaine de l'environnement et de la valorisation de résidus industriels. Depuis 2011, Sigma développe et détient de l'INRS les droits de la technologie ECO2. En 2013, Sigma a initié des démarches avec un partenaire stratégique pour utiliser la technologie ECO2 et réduire son empreinte carbone pour la production d'oxyde de magnésium. Sigma agit comme gestionnaire du projet ECO2.

ECO2 Magnesia est une entreprise Québécoise créée par un partenaire stratégique en 2016 pour construire et opérer au Québec une usine de production d'oxyde de magnésium. Pour ce faire, ECO2 Magnesia utilise la technologie ECO2 à la suite de l'octroi d'une licence par Sigma Devtech. À ce jour, sur un coût de projet de 6 M \$, ECO2 Magnesia a investi près de 4,5 M \$ pour mener à la construction et à l'opération de l'usine de démonstration et mener des tests de marché avec des clients majeurs aux États-Unis et en Europe. D'ici 2021, ECO2 Magnesia créera une centaine de nouveaux emplois dans la région Thetford-Beauce.

## 8. Conclusion

L'arrivée de l'initiative du BAPE dans le cadre de l'évaluation de l'utilisation des résidus amiantés nous a amenés à devancer nos échéanciers en termes de communication publique de notre projet d'implantation d'une usine de production d'oxyde de magnésium dans la région Thetford-Beauce.

Nous considérons important de faire connaître notre projet pour démontrer qu'il est possible de rendre profitable la décontamination et valorisation des résidus miniers amiantés, et ce de façon sécuritaire et respectueuse de l'environnement.

Il est important que dans les prochaines étapes de développement de notre projet nous puissions bénéficier de directives, normes et critères d'évaluation qui seront basés sur des approches scientifiques, bien adaptés et développés en fonction du contexte de la région.

Nous remercions le BAPE de nous avoir fourni cette belle opportunité de nous faire connaître.

Nous demeurons ouverts à collaborer à l'avancement de cette initiative qui, nous l'espérons, permettra de rallier les intervenants de tous les secteurs concernés, et ils sont nombreux, à travailler dans une approche commune, juste, équitable, et rationnelle, pour l'évaluation de tels projets.

Personne contact pour ce projet :

Paul Boudreault, Président  
SIGMA Devtech  
813 Rochette, Québec G1V 2S4  
418-570-5715  
pb@sigdt.com