



Boues municipales et résidus industriels organiques

L'envol des procédés propres

Les procédés propres développés dans les laboratoires du Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) mettent la chimie au cœur de l'écologie industrielle, au service de l'humain, de l'industrie et de l'environnement. L'oxydation hydrothermale, technologie propre de la famille des fluides supercritiques, ouvre de nouveaux horizons pour valoriser les résidus et favorise le virage vers l'économie verte.



PAR CLAUDE MAHEUX-PICARD, ing., M. Sc. A.
Directrice générale, CTTÉI
claude.maheuxpicard@cttei.com

CTTÉI : expert en la matière

Depuis plus de 20 ans, le CTTÉI apporte une réponse tangible à la question suivante : comment valoriser les rebuts de l'industrie québécoise? Regroupant les compétences interdisciplinaires d'ingénieurs, de chimistes, de chercheurs en sciences naturelles et humaines, et d'experts en économie circulaire, l'équipe

conjugue expertise scientifique et connaissance intime du tissu industriel et de ses enjeux pour limiter l'impact des activités humaines sur l'environnement à travers trois grands axes.

Mise en valeur des résidus industriels

Des résidus, on en produit plus qu'on ne le voudrait. La solution? Trouver des façons intelligentes – et rentables – de les réutiliser. Pour mettre en valeur les matières résiduelles et éviter qu'elles

« Depuis plus de 20 ans, le CTTÉI apporte une réponse tangible à la question suivante : comment valoriser les rebuts de l'industrie québécoise? »

« Voilà plus de 10 ans que, aux côtés d'autres acteurs phares, il promeut l'innovation ouverte, l'interdisciplinarité et l'économie circulaire, en favorisant l'implantation de symbioses industrielles dans les régions du Québec. »

n'ailent à l'enfouissement, techniciens, chercheurs et chargés de projets du CTTÉI mesurent les propriétés physicochimiques des déchets en question, imaginent de nouveaux usages et débouchés, séparent les composants et solutionnent les questions de conditionnement pour rendre ces usages possibles. L'équipe a intégré à son approche la réalisation d'études technico-économiques qui permettent aux clients d'évaluer les meilleures options pour disposer de leurs résidus, tout en respectant la hiérarchie des 3RV.

Procédés propres

Quand on tombe « sur un os », comme le traitement de matières organiques contaminées, on fait appel aux procédés propres. Ainsi, depuis 10 ans, ces technologies progressent au sein des laboratoires situés à Sorel-Tracy, en Montérégie, pour apprivoiser la matière. L'équipe du CTTÉI a investi entre autres le champ des fluides supercritiques, un état particulier de la matière qui confère à certaines substances pures (comme le CO₂) des propriétés inattendues lorsqu'elles sont soumises à une très forte pression. Par exemple, lorsque le CO₂ est soumis à un tel traitement, il peut acquérir les propriétés d'un solvant. Dans la même famille de procédés, l'oxydation hydrothermale (abordée plus loin) utilise plutôt l'eau et ouvre la porte à d'autres possibilités.

Quant à la séquestration du CO₂ – solution qui consiste à le capturer aux cheminées des usines avant qu'il ne soit rejeté dans l'atmosphère –, des travaux collaboratifs sont également en cours au CTTÉI. La terminologie est donc complexe, mais ces technologies suscitent de multiples espoirs puisqu'il s'agit de solutions innovantes évitant aux entreprises de passer par la case « pollution ».

Économie circulaire et symbioses industrielles

Le CTTÉI a également à cœur de contribuer à la concrétisation de la transition verte grâce à une politique volontariste d'accompagnement sur le terrain. Voilà plus de 10 ans que, aux côtés d'autres acteurs phares, il promeut l'innovation ouverte, l'interdisciplinarité et l'économie circulaire, en favorisant l'implantation de symbioses industrielles dans les régions du Québec. Celles-ci forment la communauté de pratique Synergie Québec, qui rassemble aujourd'hui plus de 20 initiatives territoriales et 80 animateurs-conseillers en économie circulaire, dont la mission est de mettre en lien les acteurs locaux pour que les résidus des uns deviennent la matière première des autres.

Un objectif collectif

Ainsi, les activités du CTTÉI permettent, projet après projet, de réconcilier durablement économie et écologie sans perdre de vue les réalités industrielles et la rentabilité; elles ont

d'ailleurs plus que doublé au cours des quatre dernières années. Cette croissance a un impact non négligeable au regard des solutions offertes aux entreprises, qui profiteront à l'ensemble de la collectivité en contribuant à la lutte aux changements climatiques.

Précurseur et chef de file de l'écologie industrielle, le Centre accueille d'ailleurs positivement la hausse prochaine du coût de l'enfouissement au Québec – une initiative qui rendra la valorisation des matières résiduelles encore plus avantageuse, et donc plus attrayante.

Oxydation hydrothermale : pour traiter les boues municipales

Le CTTÉI a fait parler de lui en novembre 2021, à l'occasion de l'inauguration de son nouveau laboratoire consacré aux fluides supercritiques. Unique au Québec, mais aussi au Canada, ce nouvel espace accueille une unité d'oxydation hydrothermale à l'échelle pilote. De quoi s'agit-il?



Inauguration du laboratoire consacré aux fluides supercritiques. De gauche à droite : Michel Cantin, vice-président, développement et partenariats, Ouest du Québec, Desjardins; Stéphanie Desmarais, directrice générale, Cégep de Sorel-Tracy; Claude Maheux-Picard, directrice générale, CTTÉI; Cécile Michoux, présidente du conseil d'administration, CTTÉI, et ingénieure sénior, changements climatiques, Cascades; Jean-Bernard Émond, député provincial de Richelieu, adjoint parlementaire du ministre de l'Éducation (volet formation professionnelle) et représentant du gouvernement du Québec; Pierre Desgranges, président du conseil d'administration, Cégep de Sorel-Tracy, et directeur général, Caisse Desjardins Pierre-De Saurel; Serge Pélouquin, ancien maire de Sorel-Tracy; et Louis Plamondon, député fédéral de Bécancour–Nicolet–Saurel.



Étang aéré à Sorel-Tracy.

Un procédé d'une simplicité désarmante

Jean-François Vermette, directeur scientifique au CTTÉI et passionné par le sujet depuis plusieurs années, résume le concept de cette technologie moins compliquée qu'il n'y paraît : « L'oxydation hydrothermale consiste à utiliser de l'eau chaude, placée sous haute pression et enrichie en oxygène, pour favoriser une réaction d'oxydation très efficace, capable de minéraliser les composés organiques présents dans l'effluent à traiter. »

Pourquoi cette technologie intéresse-t-elle des villes et des municipalités québécoises telles que Sorel-Tracy et Longueuil ? Dans les bassins des stations d'épuration des municipalités du Québec, les eaux domestiques décantent tranquillement. La plupart des solides se dégradent à l'air libre sous l'activité de microorganismes, mais un résidu pâteux s'accumule année après année, sous forme de boue, dans les étangs aérés. Ces derniers doivent, un jour ou l'autre, être vidangés. Cela implique un important effort d'extraction, puis de transport vers les sites d'enfouissement ou d'incinération. Selon leur composition, le recyclage par épandage en terre agricole est parfois possible. Mais cette solution n'est pas toujours applicable. Ainsi, les boues accumulées constituent peu à peu un casse-tête à long terme pour les administrations municipales.

C'est alors que l'oxydation hydrothermale entre en jeu. Les résidus organiques sont dégradés puis récupérés sous forme de sable inerte recyclable, alors que l'eau riche en acide acétique peut être retournée aux étangs.

Une solution pour traiter les boues municipales

C'est en partie grâce à un partenariat avec la Ville de Sorel-Tracy que les scientifiques du CTTÉI ont pu élaborer la preuve de

« C'est en partie grâce à un partenariat avec la Ville de Sorel-Tracy que les scientifiques du CTTÉI ont pu élaborer la preuve de concept de l'oxydation hydrothermale appliquée au traitement des boues municipales. »

concept de l'oxydation hydrothermale appliquée au traitement des boues municipales. En plus de favoriser l'innovation sur son territoire, la Régie d'assainissement des eaux Richelieu-Saint-Laurent – qui dessert 40 000 habitants et compte six étangs aérés – souhaitait aider à concevoir une solution économique et écologique à l'accumulation des boues.

« En plus de décomposer les matières organiques et de détruire les polluants, la technologie génère de l'énergie. Tout se passe dans l'eau, sans présence de flamme, sans émettre de fumée ni de dioxines et de furanes. Les études technico-économiques effectuées jusqu'ici démontrent que le traitement par oxydation hydrothermale est moins cher que l'enfouissement [voir figure 1] », précise par ailleurs Jean-François Vermette.

L'eau, encore et toujours notre plus grande ressource

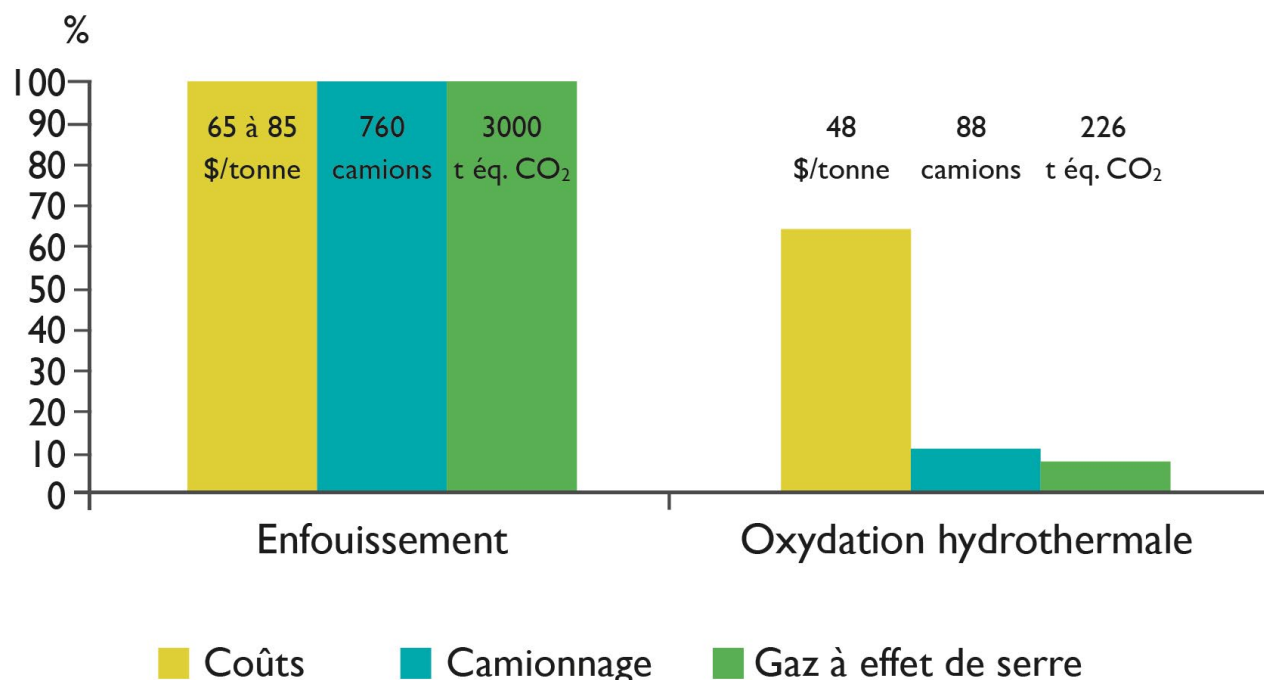
Dans le nouveau laboratoire du CTTÉI, construit grâce au financement de la Fondation canadienne pour l'innovation, du ministère de l'Enseignement supérieur et de Desjardins, des essais pilotes se poursuivent. Le souhait de tous est de valoriser les boues d'étangs aérés de Sorel-Tracy à grande échelle pour confirmer la performance énergétique et économique. Le déploiement de cette technologie retirerait une épine du pied de plusieurs de nos municipalités pour qui l'heure sera bientôt venue de vidanger leurs étangs.



Un échantillon de boues, avant et après le traitement par oxydation hydrothermale.

FIGURE 1

Boues municipales : comparaison entre l'enfouissement et l'oxydation hydrothermale – Ville de Sorel-Tracy (source : CTTÉI)



Et les possibilités de l'oxydation hydrothermale ne s'arrêtent pas là. Certains effluents organiques dont l'enfouissement est le seul mode de gestion, et d'autres trop concentrés ou réfractaires aux procédés biologiques peuvent bénéficier de cette technologie de pointe permettant aux générateurs de diminuer leur empreinte environnementale et leurs coûts d'exploitation. On pense, entre autres, aux résidus des papeteries et aux effluents hospitaliers contenant des polluants émergents.

On commence donc à peine à explorer tout le potentiel de cette technologie propre, qui a trouvé une résonance lors du 13^e congrès international sur les fluides supercritiques qui a eu lieu en mai 2022 à Montréal.

« On sait que dans le fleuve, on retrouve des microparticules, des produits pharmaceutiques. L'espoir avec l'oxydation hydrothermale est que la technologie vienne traiter ces

molécules en amont de l'usine de filtration des eaux usées », s'enthousiasme Nathalie Robitaille, directrice générale de Synergie Santé Environnement, qui collabore à l'occasion avec le CTTÉI et dont l'organisation sans but lucratif a pour mission d'accompagner les établissements de santé et de services sociaux dans l'amélioration des pratiques en santé environnementale.

Alors qu'on observe un intérêt croissant pour la transition vers l'économie circulaire, nul doute que l'oxydation hydrothermale – comme plusieurs autres procédés propres – entre dans le paysage industriel québécois pour y rester. Ce faisant, plusieurs résidus organiques contaminés ont désormais trouvé un ennemi à leur mesure! ●

Photo de la page 6 : Le bâtiment du CTTÉI à Sorel-Tracy. Crédit : CTTÉI.

« Alors qu'on observe un intérêt croissant pour la transition vers l'économie circulaire, nul doute que l'oxydation hydrothermale – comme plusieurs autres procédés propres – entre dans le paysage industriel québécois pour y rester. »