

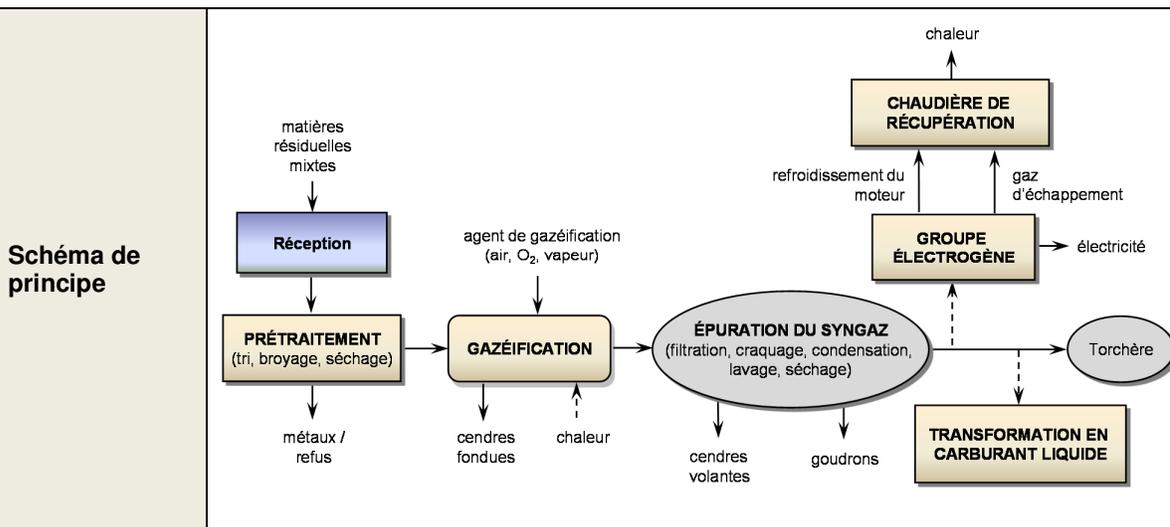
Fiche sommaire : Usine de gazéification

Scénario de valorisation : Détournement des matières résiduelles mixtes du site d'enfouissement puis génération d'électricité et de chaleur à partir du gaz de synthèse de gazéification.

Description du procédé

La gazéification est un procédé agissant à haute température (500–2 000 °C selon la technologie) par lequel la matière solide à base de carbone est convertie en gaz de synthèse (mélange d'hydrogène, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone) à l'aide d'un agent de gazéification (air, O₂, vapeur) injecté en quantité limitée. Le processus de gazéification procède par l'intermédiaire de deux étapes, soit la pyrolyse produisant des essences gazeuses et liquides en présence de chaleur intense suivie des réactions de gazéification générant le gaz de synthèse ainsi que la chaleur nécessaire à la pyrolyse. Une bonne synergie entre les différents processus est donc capitale pour le bon fonctionnement, ce qui requiert un contrôle serré de la composition et taille de l'intrant. Cet aspect seulement complique fortement l'opération des gazogènes aux matières résiduelles compte tenu de leurs fortes hétérogénéités et de leurs charges polluantes.

Le gaz de synthèse (ou syngaz) est surtout utilisé pour générer de l'électricité à partir d'un groupe électrogène muni, selon les besoins, d'un système de récupération thermique. Le syngaz peut également être utilisé pour d'autres rôles plus novateurs tels que le remplacement d'un carburant fossile au niveau industriel ou la synthèse de carburants conventionnels (ex. : diesel). Cette dernière approche nécessite toutefois une épuration et un conditionnement très poussé du syngaz et demeure à l'étape de démonstration, surtout pour le traitement des matières résiduelles municipales.



Types de matière traitée

- Matières résiduelles mixtes résidentielles et ICI;
- Boues d'épuration municipales déshydratées;
- Charbon et biomasse.

Gazogènes disponibles

Les **gazogènes à lit fixe tombant** permettent la circulation lente vers le bas de la charge solide alors que l'agent de gazéification est injecté soit à la base du gazogène (écoulement à contre-courant), soit en milieu de colonne à partir d'où le syngaz suit un chemin préférentiel vers le bas (écoulement à co-courant). Le processus de gazéification s'effectue donc dans la partie inférieure du gazogène d'où la chaleur générée est entraînée vers le haut pour la pyrolyse des matières entrantes. Les gazogènes à lit fixe tombant sont adaptés pour la gazéification du charbon ou de la biomasse, alors qu'ils sont déconseillés pour la gazéification des matières résiduelles municipales.



	<p>Les gazogènes à lit fluidisé traitent une matière solide de dimension convenable introduite à la base d'un lit de matière réfractaire inerte. Celui-ci est maintenu en suspension dans le gazogène à l'aide d'un flux d'air ou d'air enrichi en oxygène, favorisant ainsi le transfert de chaleur et les réactions de gazéification. Les gazogènes à lit fluidisé sont mieux adaptés pour la gazéification des matières résiduelles municipales quoiqu'ils nécessitent un système de prétraitement efficace de façon à contrôler la dimension des matières pour le bon fonctionnement du processus de fluidisation.</p> <p>Les gazogènes à deux étages impliquent tout d'abord une étape de pyrolyse de la matière à l'aide d'une source de chaleur externe découlant de la combustion d'une partie du syngaz généré par gazéification dans un deuxième enceinte en aval. Cette approche a l'avantage de lisser l'hétérogénéité de forme et de composition des matières résiduelles en passant par une pyrolyse initiale, sans flux de gaz, permettant d'extraire les matières volatiles. L'étagement permet non seulement de limiter les besoins en prétraitement des déchets, mais offre également la possibilité de retirer les métaux et autres inertes de la matière avant son introduction dans l'enceinte de gazéification.</p>
Enjeux techniques	
Aspects positifs	<ul style="list-style-type: none">• Procédé autothermique (autosuffisant au plan énergétique);• Meilleur rendement électrique que l'incinération si le syngaz est injecté dans un groupe électrogène (comparativement à la turbine à vapeur moins performante);• Le syngaz est une source d'énergie durable qui a l'avantage d'être stockable et transportable si nécessaire (contrairement à la vapeur aux usines d'incinération).
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• Technologie très complexe requérant du personnel qualifié;• Peu adapté pour des matières hétéroclites. Peu d'application à grande échelle pour la gazéification des déchets municipaux – fiabilité à long terme reste à démontrer;• Nécessite un prétraitement efficace (tri, broyage, etc.) des matières résiduelles afin d'accomplir un rendement acceptable sans problèmes opératoires;• Perte de contrôle du processus de gazéification peut entraîner une mise à l'arrêt;• Durée de vie du gazogène peut être limitée, selon les conditions opératoires;• Gestion du syngaz requiert une attention particulière puisqu'il est inflammable;• La gazéification des matières résiduelles produit un syngaz sale qui nécessite un post-traitement poussé afin d'éviter des problèmes avec le groupe électrogène;• Pour une valorisation optimale sur site, il faut un débouché local pour la chaleur provenant des gaz d'échappement du groupe électrogène fonctionnant au syngaz.
Enjeux socioculturels	
Aspects positifs	<ul style="list-style-type: none">• Création nette d'emploi comparativement à l'enfouissement;• Le tri des ordures ménagères par les citoyens n'est pas nécessaire.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• La gazéification des matières résiduelles est peu connue de la population en général;• Augmentation de la circulation de camion à prévoir dans le secteur;• L'utilisation d'une torchère visible bien que ce soit pour des fins de sécurité.



Enjeux environnementaux	
Aspects positifs	<ul style="list-style-type: none">• Réduction des émissions de GES par rapport à l'enfouissement;• Réduit les émissions de contaminants issus du transport des matières, si le gazogène est exploité à proximité de la zone de production des matières résiduelles;• Émissions atmosphériques sont moins polluantes que l'incinération;• L'usage de la source de chaleur du groupe électrogène au détriment d'un carburant fossile permet de réduire les émissions de GES et contaminants y étant associées;• Résidus solides de gazéification sont peu toxiques s'ils sont soumis à de très hautes températures (selon la technologie) séquestrant les métaux lourds dans du verre.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• Le syngaz brut peut contenir une charge significative de matières polluantes qui doivent être éliminées avant la combustion.
Enjeux économiques	
Aspects positifs	<ul style="list-style-type: none">• Réduction ou élimination des frais d'enfouissement qui sont appelés à augmenter à moyen terme;• Récupération d'une forme d'énergie valorisable menant à un revenu ou un coût évité.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• Investissement majeur;• La valorisation complète de l'électricité mais surtout de la source de chaleur peut être difficile à accomplir.
Économies d'énergie potentiellement très positives	
Économies potentielles	<ul style="list-style-type: none">• Réduction possible de la consommation de carburant par les camions de transport des matières résiduelles;• Génération d'électricité de l'ordre de 300–600 kWh par tonne de matière résiduelle;• Génération d'une source de chaleur représentant de 45 à 55 % du pouvoir calorifique du gaz de synthèse. Cette source de chaleur permettrait de remplacer l'équivalent de 75 à 150 m³ de gaz naturel par tonne de matière résiduelle.
Besoins supplémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Électricité requise pour l'exploitation du gazogène et équipements connexes de l'ordre de 100 kWh par tonne de matière résiduelle.
Réduction typique GES : 300–500 kg CO₂e par tonne de matière résiduelle gazéifiée	
Réductions potentielles	<ul style="list-style-type: none">• Annulation des émissions à l'enfouissement, de 400 à 1 100 kg CO₂e/t matière résiduelle selon la composition des matières enfouies et la performance du système de captage du biogaz au LET;• Réduction de la consommation de carburant pour le transport des matières résiduelles (< 50 kg CO₂e/t matière résiduelle);• Substitution d'une source d'énergie fossile (gaz naturel) avec la chaleur produite (< 300 kg CO₂e/t matière résiduelle, selon le pouvoir calorifique des matières résiduelles mais surtout de la quantité de chaleur utilisée pour cette fin).
Émissions supplémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Gazéification des matières résiduelles (200–600 kg CO₂e/t matière résiduelle, selon la composition de la matière résiduelle).



Coût de revient typique : 100–140 \$ par tonne de matière résiduelle gazéifiée	
Revenus et coûts évités	<ul style="list-style-type: none">• Coûts évités à l'enfouissement : 50–70 \$/t matière résiduelle;• Revenu lié à la vente ou coût évité d'électricité : 5–20 \$/t matière résiduelle;• Revenu lié à la vente de la source de chaleur : < 40 \$/t matière résiduelle (il faut un débouché majeur, souvent industriel, pour l'usage complet de la chaleur).
Coûts	<ul style="list-style-type: none">• Immobilisations annualisées : 60–100 \$/t matière résiduelle;• Opération et entretien : 60–80 \$/t matière résiduelle.

Note :

Il faut savoir que plus les technologies de traitement sont complexes, telles que la biométhanisation ou la gazéification, plus les coûts d'immobilisation et de gestion seront élevés. Dans ces cas, il faudra notamment d'importantes quantités de matières résiduelles pour assurer la viabilité du projet. Il faut aussi tenir compte que certaines matières sont plus aptes à certains types de traitement. Il importe donc de faire un choix judicieux selon la quantité et le type de matières résiduelles générées sur le territoire par l'ensemble des activités (municipales et ICI). D'autre part, il faudra également considérer la hiérarchie des 3RV-E. Ainsi, les technologies de valorisation thermique telles que la pyrolyse ou la gazéification devront accepter uniquement des résidus ultimes ou des résidus non recyclables issus du traitement et du tri de matières résiduelles récupérées (tout ce qui n'aura pas été dévié par les programmes de récupération), à moins de démontrer par une étude basée sur une approche de cycle de vie que les gains environnementaux surpassent ceux du recyclage, incluant le traitement biologique combiné à l'épandage.