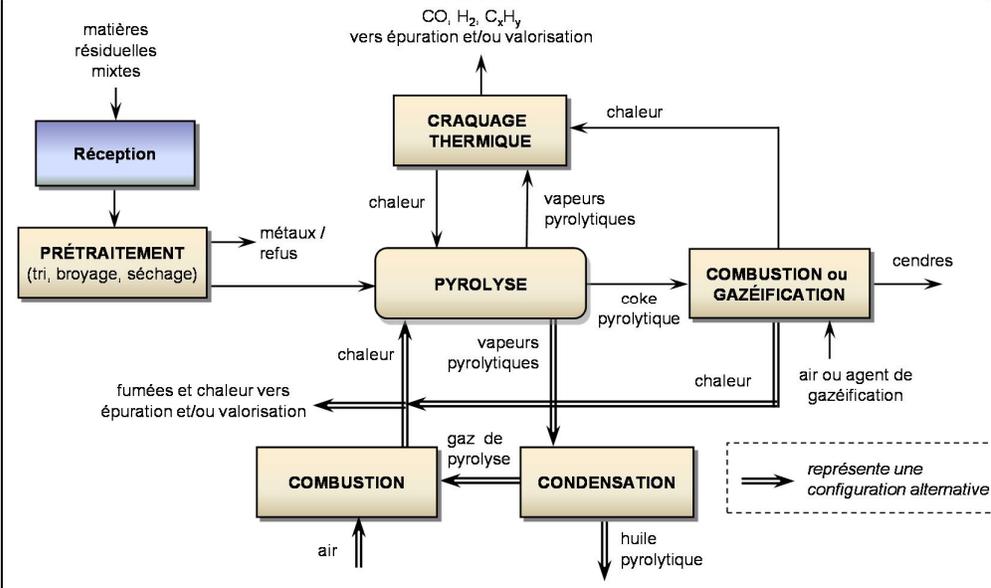


Fiche sommaire : Usine de pyrolyse

Scénario de valorisation : Détournement des matières résiduelles mixtes du site d'enfouissement puis génération de chaleur à partir des produits de pyrolyse

Description du procédé	
<p>La pyrolyse est un procédé par lequel les matières organiques solides sont soumises à de hautes températures allant de 300 °C à 1 000 °C dans un environnement dépourvu d'oxygène. Dans ces conditions, la matière se déshydrate puis subit une thermolyse, soit une décomposition thermique en absence de processus d'incinération ou de gazéification. Des vapeurs pyrolytiques sont ainsi générées au lieu du syngaz ou des fumées de combustion. Ce mélange hétérogène de gaz non condensables, d'humidité, d'hydrocarbures et d'autres espèces chimiques peut être craqué thermiquement en aval afin d'éliminer les goudrons. La vapeur chaude peut également être simplement refroidie, permettant de condenser l'eau et le goudron (huile pyrolytique) pour une valorisation séparée. Les gaz non condensables pourront ensuite être brûlés afin de produire une source de chauffage pour le réacteur pyrolytique.</p> <p>En plus des vapeurs chaudes, la pyrolyse génère du coke pyrolytique composé de carbone et d'autres résidus inertes. Ce coke peut devenir une autre source de chaleur soit en le brûlant directement ou en le convertissant en un gaz combustible par gazéification. Cette alternative peut toutefois s'avérer problématique étant donné que le coke issu de la pyrolyse des déchets municipaux est non seulement très cendreux, mais également chargé de polluants rendant pernicieuse sa combustion à moins de disposer d'une unité de traitement des fumées performante. Cette problématique est également valable pour les vapeurs pyrolytiques qui peuvent contenir des composés organochlorés (ex. : pesticides, dioxines), soufrés (ex. H₂S, mercaptans) et ammoniacaux.</p>	
Schéma de principe	
Types de matière traitée	<ul style="list-style-type: none"> • Matières résiduelles mixtes résidentielles et ICI; • Bois et matières vertes; • Boues d'épuration municipales ou industrielles déshydratées; • Pneus, plastiques.



Configurations disponibles	La pyrolyse lente s'effectue à une température modérée, typiquement entre 400 et 500 °C, requérant ainsi un plus grand temps de séjour (10–60 minutes) afin de maximiser le rendement. Ces conditions favorisent toutefois la production de coke pyrolytique au détriment des vapeurs pyrolytiques. Avec ces taux de production inférieurs, le gaz et le goudron combiné sont simplement brûlés pour apporter l'énergie nécessaire au procédé.
	La pyrolyse rapide s'effectue à haute température (600–1 000 °C) et un temps de séjour plus court (1 à 10 minutes), générant surtout des vapeurs pyrolytiques qui pourront être conditionnées (craquage thermique, condensation) avant d'être valorisées en passant par une chambre de combustion, ou après épuration, dans un moteur à gaz. Cette configuration devrait être favorisée pour la pyrolyse des déchets afin de minimiser la production de coke pyrolytique dont la valorisation est plus complexe.
Enjeux techniques	
Aspects positifs	<ul style="list-style-type: none">• Le prétraitement des matières résiduelles est moins extensif comparé à la gazéification conventionnelle quoiqu'une étape de pré-séchage pourrait être requise afin d'éliminer l'eau et augmenter le rendement;• La conversion partielle des matières résiduelles en une huile et en coke facilite l'entreposage et le transport de cette énergie pour une utilisation ultérieure;• Procédé beaucoup plus flexible que la gazéification conventionnelle des déchets, lissant l'hétérogénéité de forme et de composition des matières.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• L'expérience accumulée au niveau de la pyrolyse des déchets municipaux est très limitée comparativement à la pyrolyse des déchets ligneux et agricoles dont la composition chimique est beaucoup plus simple;• Il y a risque d'explosion dans le cas d'incursion accidentelle d'air dans le réacteur;• La gestion des gaz non condensables requiert une attention particulière puisqu'ils sont inflammables;• La composition de l'huile de pyrolyse est très complexe et requiert une méthode de conversion en biocarburant très avancée;• L'entreposage de l'huile pyrolytique peut être problématique étant un liquide chimiquement instable;• Le coke de pyrolyse des matières résiduelles est souvent très cendreux et chargé de polluants ce qui rend sa valorisation peu recommandable;• Selon le type de matière traitée, un schéma d'épuration des gaz de combustion complexe mais d'une efficacité limitée serait requis;• Pour une valorisation optimale sur site, il faut un débouché local pour la chaleur excédentaire provenant des chaudières et bouilloires.
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;• Voie reconnue de production d'un biocarburant de deuxième génération (huile de pyrolyse) qui fait actuellement l'objet de beaucoup d'études.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• La pyrolyse des déchets 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 l'usine de pyrolyse est exploitée à proximité de la zone de production;• Taux élevé de récupération des métaux (ex. : aluminium et fer);• Un volume réduit de fumées est généré comparativement à l'incinération étant donné que la pyrolyse est effectuée en déficit d'air.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• La contamination des différents produits de pyrolyse par les métaux lourds et autres matières toxiques doit être considérée lors de l'analyse. Le coke de pyrolyse pourrait devoir être disposé en conséquence, augmentant le coût d'exploitation.
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 de formes d'énergie valorisables menant possiblement à un revenu ou un coût évité.
Aspects négatifs	<ul style="list-style-type: none">• Filière technologique qui demeure onéreuse comparativement à l'enfouissement;• L'évaporation de l'eau des matières lors de la pyrolyse affaiblit le rendement énergétique global de l'ordre de 15 à 25 %;• Demande électrique importante des installations contrebalançant en majeure partie la production électrique, le cas échéant.
Économies d'énergie positives	
Économies potentielles	<ul style="list-style-type: none">• Réduction possible de la consommation de carburant par les camions de transport des matières résiduelles;• Dans les meilleures conditions, le rendement global se situe entre 65 et 80 % du potentiel énergétique des matières résiduelles, pouvant mener à une génération d'électricité de l'ordre de 400–800 kWh par tonne de matière résiduelle, le cas échéant. Dans l'éventualité où tous les produits de pyrolyse sont brûlés sur le site, le rendement thermique devrait s'établir à environ 4–6 GJ par tonne de déchets, soit l'équivalent à 100–150 Nm³ de gaz naturel. Une grande partie de cette chaleur sera toutefois utilisée pour alimenter le réacteur en énergie et non pour la valorisation externe.
Besoins supplémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Demande d'électricité considérable.
Réduction GES attendue : 200–500 kg CO₂e par tonne de matière résiduelle traitée	
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 (< 100 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">• Combustion des produits de pyrolyse (200–600 kg CO₂e/t matière résiduelle, selon la composition de la matière résiduelle et si tous les produits sont brûlés. La disposition du coke de pyrolyse pourra éventuellement réduire la totalité de ces émissions).



Coût de revient attendu : 80–130 \$ par tonne de matières résiduelles traitée	
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, s'il y a lieu : < 20 \$/t matière;• Revenu lié à la vente de la source de chaleur : < 10 \$/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 : 30–70 \$/t matière résiduelle;• Opération et entretien : 50–100 \$/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.