

LES LET: OUTIL DE GESTION DES RÉSIDUS ULTIMES

André Simard Consultant

418-564-5968

andre.simard55@bell.net

Présentation

1. Constats et observations
2. Défis des LET
3. Le LET et les matières organiques
4. Le LET et les GES
5. Que nous réserve l'avenir
6. Suggestions

1- État de la situation et observations

- Existent depuis près de 50 ans, > 25 ans au Québec
- Beaucoup de développement technologique dans les années 90 suite à l'adoption par l'EPA américain d'une réglementation imposant le confinement (« Subtitle D »)
- Le Québec a bénéficié de l'expérience américaine
- Les LET sont des ouvrages sécuritaires qui intègrent plusieurs technologies éprouvées.
- Aucun problème de contamination d'eau souterraine observée à ce jour (voir étude de l'EPA)
- La sécurité environnementale (i.e. protection des nappes) ne fait plus partie du débat public
- Les principaux défis résident dans le traitement des émissions générées par la dégradation des résidus

1- État de la situation et observations

- Type d'installation:
- Agrandissement (LES à proximité): 26
- Nouvelles installations: 10

- Type d'autorisation:
- Avec décret: 29
- Sans décret (donc sans EI): 7

- Type de propriétaire:
- Public: 29
- Privé: 7

1- État de la situation et observations

- Type d'aménagement

• Sites dans l'argile:	8	51 % du tonnage
• Sites avec géomembranes	27	47 % du tonnage
• Site en carrière	1	1 % du tonnage
• Site mixte (arg./GM)	1	1 % du tonnage

2- Défis des LET

Enjeux opérationnels: gestion des émissions et nuisances

- Traitement des eaux
- Gestion de la faune aviaire
- Autres nuisances: bruit, camionnage, etc.
- Gestion des odeurs: principal défi actuel

2- Défis des LET

Enjeux opérationnels: problématique du gypse

- Le gypse est la principale source de H_2S dans les LET
- Deux sources dans un LET:
 - Panneaux de gypse
 - Résidus de centre de recyclage de CRD
- Requiert humidité, M.O. et conditions anaérobiques: LET!!!
- Des solutions existent et méritent d'être examinées

2- Défis des LET

Enjeux opérationnels: problématique du gypse

**Best Management Practices to Prevent and
Control Hydrogen Sulfide and Reduced
Sulfur Compound Emissions at Landfills
That Dispose of Gypsum Drywall**

**U.S. Environmental Protection Agency
Office of Research and Development**

U.S. EPA Contract Number EP-W-09-004

3 – Les LET et la gestion de la MO

- Impacts du détournement de la MO

- Diminution des volumes de biogaz
- Diminution des concentrations de méthane (réduction L₀ de 33 à 50 % si on détourne 100 % des déchets alimentaires - EPA)
- Diminution du processus de décomposition due à une baisse du taux d'humidité dans le site (MO plus humide) et diminution des nutriments disponibles
- Augmentation des concentrations des autres composantes du biogaz, dont les composés organiques volatiles (COV)
- Augmentation potentielle de la toxicité du biogaz pouvant nuire au processus de biodégradation des matières enfouies
- Modification potentielle de la chimie du lixiviat
- Ne règlera pas nécessairement la problématique des odeurs

3 – Les LET et la gestion de la MO

- Impacts du détournement de la MO (suite)
- Effets sur la performance environnementale:
 - Difficulté de détruire les COV (note: article 32 exige la destruction de 98 % des COV - c'est la combustion du méthane qui permet de détruire les COV)
 - Augmentation possible des émissions nocives, odeurs
 - Difficulté de faire fonctionner les torchères et équipements de valorisation si méthane < 30 %; obligation d'ajouter du gaz ???
 - Baisse de rentabilité pour les projets de valorisation

3 – Les LET et la gestion de la MO

- Impacts du détournement de la MO (suite)
- Effets sur la durée de vie des LET:
 - La MO est la composante la plus dense des matières résiduelles: 31 % en poids, mais pas en volume

Type de produit	Densité (t/m.cu.)
Papier, carton	0.3 à 0.52
Plastiques	0.15 à 0.52
Métal (canettes)	0.09 à 0.12
Verre	1.15
Textiles	0.43
Déchets alimentaires	1.27
Résidus verts	1.06

Source: Waste Management and Research, 2020
Characterizing municipal solid waste densities for use in landfill air space estimates
Cline, C. et al.
(valeurs à 15 m. de profondeur)

3 – Les LET et la gestion de la MO

- Impacts du détournement de la MO (suite)
- Effets sur la durée de vie des LET:
 - La MO est composé à 60-70 % d'humidité
 - Densification due à la biodégradation et relargage de l'eau
 - Cas des résidus alimentaires domestiques:
 - Teneur en carbone: 0.15 t/tonne matière humide, 0.045 après dégradation
 - Taux de dégradation K élevé: 0.17 versus 0.056 pour MR (ENV CAN), soit demi-vie de 4 ans versus 12 ans
 - Responsable du tassement observé dans les LET
 - Volume occupé si enfouit: < 10 % tend vers 2-3 % après dégradation

4 – Les LET et les GES

- Principe de base:
 - Une fraction non-négligeable du carbone (lignine et certaines formes de cellulose) ne se dégrade pas en conditions anaérobiques i.e. en absence d'oxygène.
 - Plusieurs études ont été réalisées à cet égard
 - Phénomène reconnu et comptabilisé par:
 - Le *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)*: Volume 5 – Déchets mais compilé dans le Volume 4 - AFAT (Agriculture, foresterie et autres affectation des terres)
 - Le *Environmental Protection Agency (EPA)* américain: model WARM (Waste Reduction Model)
 - Le Québec ne compile pas le secteur AFAT dans son bilan
 - Environnement Canada compte éventuellement incorporé de stockage dans son bilan

4 – Les LET et les GES

Méthodologie GIEC:

Figure 1

ÉQUATION 3A1.19
CALCUL DE COD_m STOCKÉ SUR LE LONG TERME À PARTIR DES DONNÉES D'ÉVACUATION DES DÉCHETS

$$CODm \text{ stocké sur le long terme}_T = W_T \bullet COD \bullet (1 - COD_f) \bullet MCF$$

Où :

- W_T = masse de déchets éliminés pendant l'année T , Gg
- COD = Carbone organique dégradé pendant l'année de dépôt (fraction), déchets Gg C/Gg
- COD_f = fraction de COD susceptible de se décomposer en conditions anaérobies dans le SEDS (fraction)
- MCF = coefficient de correction CH_4 pour l'année de dépôt (fraction) (voir Section 3.2.3)

Source: GIEC *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre*, 2006.
Volume 5, Chapitre 3, Annexe 3A.1, page 3.41

4 – Les LET et les GES

Méthodologie GIEC: valeurs proposées 2019

TABLE 3.0 (NEW) FRACTION OF DEGRADABLE ORGANIC CARBON WHICH DECOMPOSES (DOC _f) FOR DIFFERENT WASTE TYPES		
Type of Waste	Recommended Default DOC _f Values	Remark
Less decomposable wastes e.g. wood, engineered wood products, tree branches (wood)	0.1	An average value of 0.088 was derived from DOC _f values for engineered wood products, sawn woods, tree branches reported in 3 references ¹⁻³
Moderately decomposable wastes e.g. paper, textile, nappies	0.5	An average value of 0.523 was derived from DOC _f values for paper products, textile and nappies reported in 4 references ⁴⁻⁷ .
Highly decomposable wastes, e.g. food wastes, grasses (garden and park waste excluding tree branches)	0.7	An average value of 0.706 was derived from DOC _f values for food wastes and grasses reported in 3 references ⁴⁻⁶
Bulk waste*	0.5	
¹ Wang <i>et al.</i> (2011); ² Wang and Barlaz (2016); ³ Ximenes <i>et al.</i> (2018); ⁴ Eleazer <i>et al.</i> (1997); ⁵ Bayard <i>et al.</i> (2017); ⁶ Jeong (2016); ⁷ Wang <i>et al.</i> (2015) * It is used when the fractions of less, moderately and highly decomposable wastes in MSW are not known.		

Source: GIEC
Lignes directrices 2019 refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Volume 5, Chapitre 3, page 3.12

4 – Les LET et les GES

Méthodologie GIEC: valeurs 2006

TABLEAU 2.4 TENEUR PAR DEFAUT EN MATIERE SECHE, TENEUR EN COD, TENEUR TOTALE EN CARBONE ET FRACTION DE CARBONE DE DIFFERENTS COMPOSANTS DE DSM									
Composant DSM	Teneur en matière sèche en % du poids humide ¹	Teneur en COD en % du poids humide		Teneur en COD en % de déchets secs		Teneur totale en carbone en % de poids sec		Fraction du carbone fossile en % du carbone total	
	Défaut	Défaut	Étendue	Défaut	Étendue ²	Défaut	Étendue	Défaut	Étendue
Papier/carton	90	40	36 - 45	44	40 - 50	46	42 - 50	1	0 - 5
Textiles ³	80	24	20 - 40	30	25 - 50	50	25 - 50	20	0 - 50
Déchets alimentaires	40	15	8 - 20	38	20 - 50	38	20 - 50	-	-
Bois	85 ⁴	43	39 - 46	50	46 - 54	50	46 - 54	-	-
Déchets des jardins et des parcs	40	20	18 - 22	49	45 - 55	49	45 - 55	0	0
Couches	40	24	18 - 32	60	44 - 80	70	54 - 90	10	10
Caoutchouc et cuirs	84	(39) ⁵	(39) ⁵	(47) ⁵	(47) ⁵	67	67	20	20
Plastiques	100	-	-	-	-	75	67 - 85	100	95 - 100
Métaux ⁶	100	-	-	-	-	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Verre ⁶	100	-	-	-	-	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Autres déchets inertes	90	-	-	-	-	3	0 - 5	100	50 - 100

¹ La teneur en humidité donnée ici s'applique aux types spécifiques de déchets avant la phase de collecte et de traitement. A en juger sur les échantillons prélevés de déchets ramassés ou sur d'anciens SEDS, la teneur en humidité de chaque type de déchet varie en fonction de l'humidité des déchets co-existants et des conditions météorologiques au moment de la manipulation.

² L'étendue renvoie aux données minima et maxima indiquées par Dehoust *et al.*, 2002; Gangdonggu, 1997; Guendehou, 2004; JESC, 2001; Jager et Blok, 1993; Würdinger *et al.*, 1997; et Zeschmar-Lahl, 2002.

³ 40% des textiles sont supposés être synthétiques (défaut). Appréciation d'expert par les auteurs.

⁴ Cette valeur concerne les produits en bois en fin de vie. Le contenu en matière sèche du bois au moment de la récolte (pour les déchets des jardins et des parcs) est de 40%. Appréciation d'expert par les auteurs.

⁵ Les caoutchoucs naturels peuvent ne pas se décomposer en conditions anaérobies dans le SEDS (Tsuchii *et al.*, 1985; Rose et Steinbüchel, 2005).

⁶ Les métaux et le verre contiennent un peu de carbone d'origine fossile. La combustion de quantités élevées de verre ou de métal est rare.

Source: GIEC
*Lignes directrices
2006 du GIEC pour
les inventaires
nationaux des gaz
à effet de serre,
2006. Volume 5,
Chapitre 2, page
2.15*

4 – Les LET et les GES

Méthodologie EPA: valeurs 2019 Utilise le modèle WARM
(Waste Reduction Model)

Exhibit 6-12: Carbon Storage for Solid Waste Components

Material	Ratio of Carbon Storage to Dry Weight (gram C/dry gram)	Ratio of Dry Weight to Wet Weight	Ratio of Carbon Storage to Wet Weight (gram C/wet gram)	Amount of Carbon Stored (MTCO ₂ E per Wet Short Ton)
Corrugated Containers	0.26	0.83	0.22	0.72
Magazines/Third-Class Mail	0.28	0.92	0.25	0.85
Newspaper	0.41	0.87	0.36	1.19
Office Paper	0.04	0.91	0.04	0.12
Phonebooks	0.41	0.87	0.36	1.19
Textbooks	0.04	0.91	0.04	0.12
Dimensional Lumber	0.44	0.75	0.33	1.09
Medium-Density Fiberboard	0.37	0.75	0.28	0.92
Food Waste	0.10	0.27	0.03	0.09
Yard Trimmings	0.31	0.45	0.16	0.54
Grass	0.24	0.18	0.04	0.14
Leaves	0.39	0.62	0.24	0.79
Branches	0.38	0.84	0.32	1.06
Mixed MSW	0.08	0.80	0.06	0.21
Drywall	0.03	0.94	0.02	0.08
Wood Flooring	0.42	0.75	0.31	1.04

Source: US EPA *Documentation for greenhouse gas emission and energy factors used in the waste reduction model (WARM)* mai 2019

4 – Les LET et les GES

Résultats pour le Québec

Approche globale: (valeurs par défaut)

- GIEC: **1 600 000** tonne CO₂éq/an
- EPA: **1 200 000** tonne CO₂éq/an

Approche unitaire: (par composantes enfouies)

- GIEC: **1 300 000** tonne CO₂éq.
- EPA: pas assez d'informations disponibles

- **Conclusion:** Le carbone stocké dans les LET peut représenter **> 1 300 000 tCO₂éq.** soit **1.5 %** des émissions du Québec et **48.4 %** des émissions totales des LET

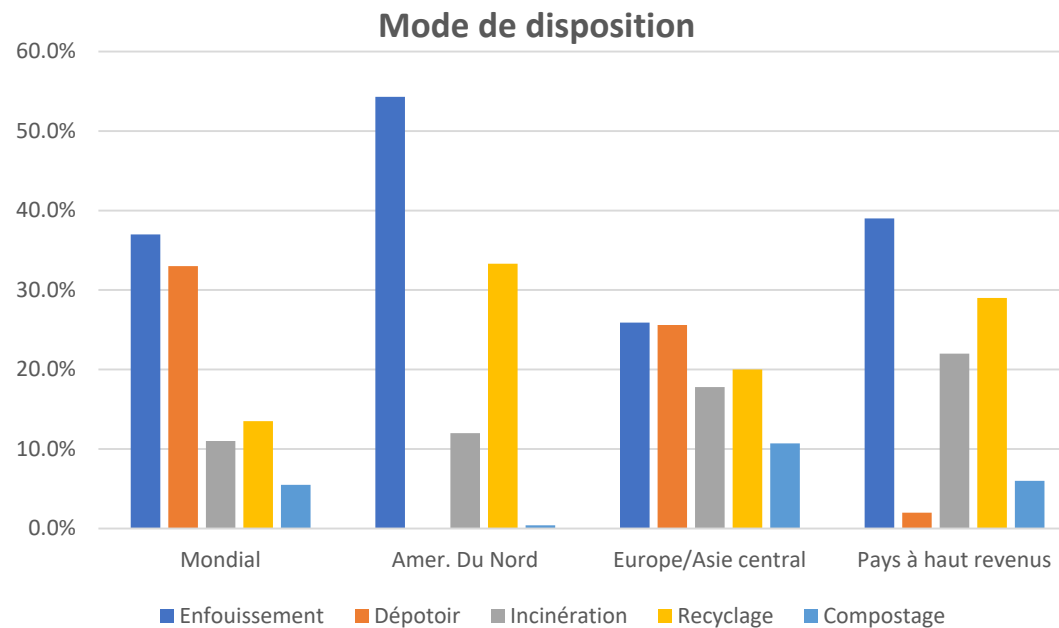
4 – Les LET et les GES

Impact des sites avec réseau passif:

Mode de gestion	Répartition	Ratio d'émission	% GES produits	GES totaux
Passif	15 %	5.52	46.58 %	1 155 184
Actif sans valorisation	10 %	2.0	11.25 %	270 000
Actif avec valorisation	75 %	1.0	42.18 %	1 046 064
Source	MELCC	EPA		2 480 000

5 – L'avenir des lieux

Modes actuels de disposition



Source: World Bank Group *What à waste 2.0 – A global snapshot of Solid Waste Management to 2050 - 2018*

5 – L'avenir des lieux

- Innovations technologiques:
 - Utilisation de drones (relevés, inspections, détection incendie)
 - Suivi des émissions et des odeurs en temps réel
 - Techniques de contrôle des odeurs
 - Production d'hydrogène vert
 - Automatisation des systèmes de collecte (biogaz)
 - Compaction accrue par GPS
 - « L'internet des objets » et le 5G
 - Permet le suivi et le contrôle en temps réel
 - Trois principales activités: l'enfouissement et la compaction, la gestion des eaux de lixiviation et la gestion des biogaz

5 – L'avenir des lieux

- Quoi faire avec les lieux en fin de vie:
 - Espaces verts, pistes cyclables, golf
 - Divers aménagements
 - Parcs solaires
 - Parcs pollinisateurs
 - Habitats naturels
 - Excavation anciens sites (« landfill mining »)

5 – L'avenir des lieux

- Wisconsin: municipalité de Beloit



- Superficie 7 ha
- 7700 panneaux solaires
- capacité 2,3 MW

Source:

<https://www.solarreviews.com/news/wisconsin-landfill-largest-solar-farm-in-state-072116>

5 – L'avenir des lieux

- Site de Belfast (Maine)

- 400 panneaux solaires
- 660 kW capacité



Source:
<https://www.revisionenergy.com/blogs/belfast-landfill-solar-first-maine/>

5 – L'avenir des lieux

- Parc de pollinisation (Guelph)

- 45 hectares
- Utilisation d'espèces locaux



Source:
<https://www.pollinationguelph.ca/gardens>

5 – L'avenir des lieux

- Habitat naturel
 - Plantation d'asclépiade pour monarques



6 - Suggestions

- REIMR:
 - Resserrer exigences sur le captage du biogaz (article 61)
- Contrôle des odeurs/biogaz
 - Élaborer un guide sur la gestion des odeurs
 - Développer des lignes directrices pour la gestion des résidus de CRD
 - Relancer/bonifier Programme Biogaz
 - Étudier impact du détournement de la MO sur les LET et revoir au besoin la politique de détournement de la MO
- Général:
 - Augmenter les ressources du MELCC en gestion des MR
 - Instaurer une vielle technologique publique/privée
 - Exiger que les promoteurs présentent des projets de fin de vie avec révision périodique