



## La vérité sur la compostage

---

**Dr. Patrick C. Hallenbeck**

Département de microbiologie et  
immunologie

Université de Montréal

patrick.hallenbeck@umontreal.ca



## Points principaux

---

- (1) les gaz à effet de serre (GES), qui compte pour combien?
- (2) le compostage versus l'enfouissement, théorie versus pratique. le débat,
- (3) compostage versus enfouissement, est-ce que c'est tout?
- (4) mise en perspective

## Les GES -qui compte pour combien?



Tous les CO<sub>2</sub> ne sont pas égaux

Le CO<sub>2</sub> biogénique versus le CO<sub>2</sub> anthropogénique

## Les GES -qui compte pour combien?



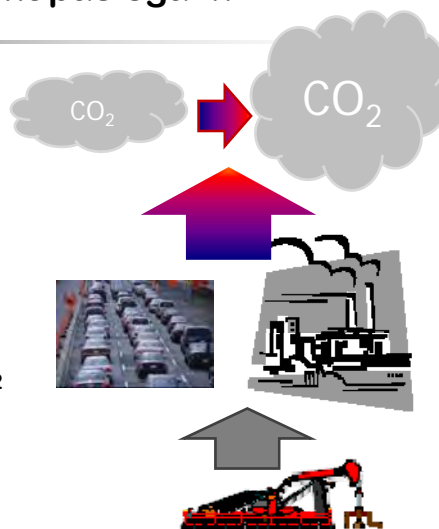
Tous les CO<sub>2</sub> ne sont pas égaux

Le CO<sub>2</sub> anthropogénique

-Les activités de l'homme mettent en circulation des réserves de carbone fossile séquestré

-Augmentation nette de CO<sub>2</sub> atmosphérique

-Contribution (~72%) au réchauffement planétaire



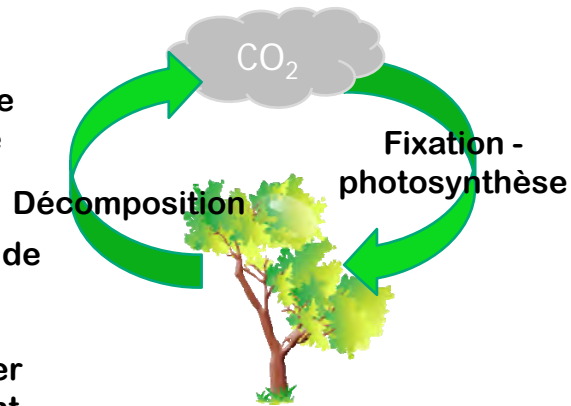
## Les GES -qui compte pour combien?



Tous les CO<sub>2</sub> ne sont pas égaux

### Le CO<sub>2</sub> biogénique

- Le CO<sub>2</sub> dégagé est le produit de fixation de CO<sub>2</sub> atmosphérique
- Pas d'augmentation de CO<sub>2</sub> atmosphérique
- Ne pas comptabiliser pour le réchauffement planétaire



## Les GES


-qui compte pour combien?



D'autres gaz problématiques peuvent être générés

Gaz	PRG*
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

\*pouvoir réchauffement global



## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.

---


**Théorie** -deux voies de décomposition

**Aérobic**

Matière organique + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> (biogénique)

**Anaérobic**

Matière organique + H<sub>2</sub>O → CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub>



## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.

---

**Théorie** -deux voies de décomposition

**Compostage** -processus aérobic

Aucun GES généré

**L'enfouissement** -processus anaérobic

Grand quantité de GES, CH<sub>4</sub>, généré

## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.



### Pratique

**Compostage** -peut être anaérobie

Les GES:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , générés

**L'enfouissement** -plusieurs mitigations

- captage et brûlage du  $\text{CH}_4$
- captage et utilisation du  $\text{CH}_4$  (combustible)
- bioconversion en  $\text{CO}_2$


## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.



### Pratique

**Problèmes pratiques du compostage**

- Manque d'aération adéquate →  $\text{CH}_4$
- Les résidus sont trop humides →  $\text{CH}_4$
- Bas rapport C/N →  $\text{N}_2\text{O}$




## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.

---

### Pratique

-Compostage à deux niveaux

- à domicile -très problématique, tous les problèmes (aération, humidité, C/N) possibles
- centres centralisés –peuvent aussi être problématiques



## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.

---

### Pratique

- Étonnamment, très peu des études disponibles
- Résultats assez variables; différences climatiques, composition des résidus organiques, opération
- Néanmoins, plusieurs études montrent des émissions de GES pendant le compostage, surtout au niveau résidentiel.

## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.

### Pratique – CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O générés par compostage

- Les émissions de N<sub>2</sub>O peuvent même être augmentées par une aération limitée pendant le compostage (He 2001)
- Même les systèmes de compostage bien aménagés sont des sources appréciables de méthane et N<sub>2</sub>O (Hobson 2005)
- Le compostage domestique, en état anaérobie, peut créer des émissions des GES assez grandes -273 kg CO<sub>2</sub> eq/ an/ maison (~200kg déchets organiques) (Lundie 2005)

## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.

### Pratique

Table 2. Cumulated emission of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from pig deep litter during 4 months of composting

Bulk density kg/l	Carbon dioxide		Methane		Nitrous oxide	
	kg C/t (fresh weight)	% C	g C/t (fresh weight)	% C	g N/t (fresh weight)	% N <sub>2</sub> O
0.44	7.37	8	191.6	0.2	58.6	0.8
0.23	0.09	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

CO<sub>2</sub> = 7,4 kg/t

CH<sub>4</sub> x21 = 4 kg/t

N<sub>2</sub>O x310 = 18 kg/t

Sommer 2000

## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.



### Pratique

Gases		18.04.1998	02.07.1998	Composting periods		08.04.1999	05.08.1999
		01.07.1998	19.08.1998	20.08.1998	01.10.1998	04.08.1999	13.11.1999
CO <sub>2</sub> -C-Percentage	[%] <sup>1)</sup>	30,0	27,3	37,8	19,2	27,9	39,5
CH <sub>4</sub> -C-Percentage	[%] <sup>1)</sup>	2,1	7,7	6,3	5,4	2,2	2,5
NH <sub>3</sub> -N-Percentage	[%] <sup>2)</sup>	5,6	7,0	2,2	7,0	4,6	4,9
N <sub>2</sub> O-N-Percentage	[%] <sup>2)</sup>	1,9	0,8	0,3	0,7	1,6	1,3

% C poids sec, % N total

$$\text{CH}_4/\text{CO}_2 = 0,046 \times 21 = 0,966$$

Hellebrand 2000

## le compostage vs l'enfouissement théorie vs pratique.




### Pratique

CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Matière	Référence
0-470 ml/L gaz	1-3,42 ml/L gaz	Résidus	Beck-Friis
0-119 g /m2/jour	1-1,46 g/m2/jour	domestiques	2000
1322 g /m3	76,9 g/m3	fumier	Hellebrand 2000

Table 5: Greenhouse gas emissions (methane + nitrous oxide as CO<sub>2</sub>-equ) in relation to natural CO<sub>2</sub> formation of own backyard and windrow composting experiments.

	BYC-1	BYC-2	WR-BW/1	WR-BW/2	WR-GW/1	WR-GW/2	WR-SS/1	WR-SS/2
CO <sub>2</sub> -equ kg CO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> t <sup>-1</sup> DM	0.87	0.55	0.34	0.36	0.07	0.35	8.29	2.05


Amlinger 2008



---

**“Thus, compost recipes must be adjusted seasonally because of changes in FW production rate and characteristics. Also, the bulking agent must be properly selected to complete the compost mixture. For an efficient process, the FW and selected BA should be regularly characterized.”**


Adhikari et al 2008



---

## **Compostage versus enfouissement, est-ce que c'est tout?**

**-Ni l'enfouissement, qui n'est pas si mauvais en théorie, ni le compostage, qui n'est pas si bon en théorie sont les bonnes solutions.**

 **Les résidus organiques peuvent être mieux valorisés comme source d'énergie**

Exemple: BioCH<sub>4</sub> 11 MJ/kg solides (Rao 2004)

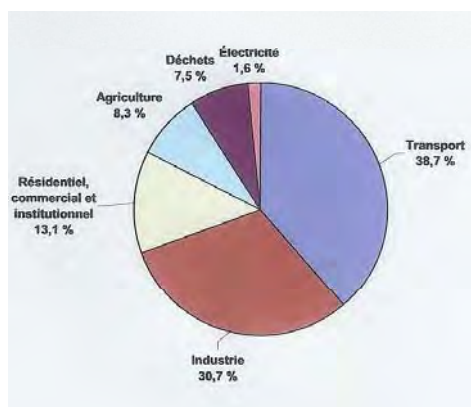
## Compostage versus enfouissement, est-ce que c'est tout?

### Pratique

- La digestion anaérobie (biométhanisation) peut être meilleure au point de vue économique et des émissions des GES, même à des échelles assez petites (20 kilotonne/an) (Murphy 2008).
- Waste incineration and anaerobic digestion have the greatest benefits for reducing GHG emissions in the City of Ottawa's waste sector. (Mohareb 2008)

## Mise en perspective

### Contexte global



Répartition des émissions de GES au Québec en 2005 par secteurs d'activité

## Mise en perspective

### Contexte individuel

## Bilan sur les résidus organiques domestiques

	Fraction	Quantité
matières organiques par personne par an	100%	~184 kg
Poids sec	?	
Poids sec comme C	?	
Si converti par digestion anaérobie	?	
Pouvoir de réchauffement global	X 21	?

## Fossil fuel reserves are limited and nonrenewable

Food waste (FW) characteristics of different countries

Country	FW producer	pH	DM %	TN (%dwb)	C (%dwb)	C/N ratio
Canada	Restaurant	3,8–5,2	7–16	5,4–10,7	46–50	4,3–9,2
Canada	Grocery	4–5	9–15	2,4–16,7	47–50	2,8–20,5
Canada	University Residence	4,6	18	2,2	50	22,8
South Korea	University Restaurant	–	19,7–20	0,09–6,9	48,4–53,95	7
South Korea	Household	5–5,4	9,2–32,59	3,13–4,4	48,63–45,9	10,4–15,5
USA	FW component of MSW	–	30	2,6	48	18,5
Taiwan	Kitchen	–	20–35	3–4	50–52	15

Montréal: 13.7% (mai), 12.2% (juin), 10.0% (juillet), 10.2% (août)

Adhikari et al 2008



## Fossil fuel reserves are limited and nonrenewable

Food waste (FW) characteristics of different countries

Country	FW producer	pH	DM %	TN (%dwb)	C (%dwb)	C/N ratio
Canada	Restaurant	3.8–5.2	7–16	5.4–10.7	46–50	4.3–9.2
Canada	Grocery	4–5	9–15	2.4–16.7	47–50	2.8–20.5
Canada	University Residence	4.6	18	2.2	50	22.8
South Korea	University Restaurant	–	19.7–20	0.09–6.9	48.4–53.95	7
South Korea	Household	5–5.4	9.2–32.59	3.13–4.4	48.63–45.9	10.4–15.5
USA	FW component of MSW	–	30	2.6	48	18.5
Taiwan	Kitchen	–	20–35	3–4	50–52	15

Adhikari et al 2008

## Bilan sur les résidus organiques domestiques

	Fraction	Quantité	Source
matières organiques par personne par an	100%	~184 kg	RECYC-Québec
Poids sec	~15%	28 kg	Adhikari et al 2008
Poids sec comme C	~50%	14 kg	Adhikari et al 2008
Si converti par digestion anaérobie	~60% CH <sub>4</sub>	8.4 kg	
pouvoir de réchauffement global	X 21	~175 kg CO <sub>2</sub> eq	IPCC

## Mise en perspective

### -niveau individuel

#### Empreinte totale de carbone

-12,1 tonnes CO<sub>2</sub>/an au Québec

1,4%

#### Par secteur -transport

-18000 km par an

175 kg CO<sub>2</sub>eq = 730 km

0,73% !!

- 2,4 kg CO <sub>2</sub> /litre essence - 10 l/100km
--

## La vérité sur la compostage

### Conclusion:

-le compostage peut être une source importante de GES

-la meilleure solution est de valoriser les résidus organiques comme source d'énergie (centres urbains)

-Il y a des meilleures cibles pour réduire les GES



## La vérité sur la compostage

---

**Merci pour votre attention!!**

Questions?