30 MAI 2017

APCAS

14e conférence sur le biogaz et la bioénergie

Biométhanisation de matières organiques: Voie humide ou voie sèche ?

Marc-André Desjardins, ing., Ph.D.

Francis Dubé, M.Sc.

AXOR EXPERTS-CONSEILS

L'ingénierie à l'échelle humaine

PRIX VISIONNAIRE 2016 Grands Prix du génie-conseil québécois

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. LE MARCHÉ DE LA BIOMÉTHANISATION AU QUÉBEC
2. TENDANCES NORD-AMÉRICAINES ET EUROPÉENNES
3. BIOMÉTHANISATION EN VOIE SÈCHE
4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE
5. CONCLUSION

1. LE MARCHÉ DE LA BIOMÉTHANISATION AU QUÉBEC

- À ce jour, une dizaine de projets de biométhanisation confirmés ou à être confirmés dans le cadre du PTMOBC
- Les installations de Saint-Hyacinthe (MO résidentielles et de ICI + boues d'épuration), de Rivière-du-Loup (MO résidentielles + boues d'épuration), de la Régie de la Vallée-du-Richelieu (boues d'épuration seulement) et de la Régie du bassin de La Prairie (boues d'épuration seulement) sont en opération
- Les procédés de biométhanisation mis en place dans les quatre installations susmentionnées sont tous en voie humide

1. LE MARCHÉ DE LA BIOMÉTHANISATION AU QUÉBEC (suite)

- À ce jour, seule la Régie de Beauharnois-Salaberry et de Roussillon (projet BioM à Beauharnois) a retenu officiellement la biométhanisation en voie sèche (appel d'offres à venir)
- Bien que la biométhanisation en voie sèche compte parmi les options à l'étude dans quelques cas (dont un projet d'une entreprise privée), pour la majorité des autres projets, les procédés de biométhanisation prévus sont en voie humide

2. TENDANCES NORD-AMÉRICAINES ET EUROPÉENNES

- La prédominance des procédés de biométhanisation en voie humide constatée au Québec contraste avec les tendances observées en Europe et dans le reste de l'Amérique du Nord
- En 2010, la biométhanisation en voie sèche représentait 60% de la capacité totale installée des usines de biométhanisation (De Baere et Mattheeuws, 2010)
- Selon différentes données, la tendance vers la voie sèche continue de s'accentuer en Europe

2. TENDANCES NORD-AMÉRICAINES ET EUROPÉENNES (suite)

- Au Canada (hors Québec) et aux États-Unis, on observe également depuis quelques années une tendance qui semble favoriser la voie sèche pour le traitement des ROTS (Résidus Organiques Triés à la Source)
- Lorsque les intrants contiennent une fraction importante de boues d'épuration non déshydratées et/ou autres résidus liquides, la biométhanisation en voie humide continue de s'imposer

Principaux projets de biométhanisation de ROTS au Canada et aux USA depuis 2012 (hors Québec)

PROJET	MISE EN ROUTE	CAPACITÉ (tonnes/an)	TYPE DE BIOMÉTHANISATION	
			Voie HUMIDE	Voie SÈCHE
Surrey, CB (CAN)	Prévue en 2017	115000		X
Edmonton, AL (CAN)	Prévue en 2017	40000		X
Santa-Barbara, CA (USA)	Prévue en 2017	75000		X
Napa, CA (USA)	2017	25000		X
Akron, OH (USA)	2015 (Phase 2)	15000		X
London, ON (CAN)	2013	70000	X	
Toronto Disco Road, ON (CAN)	2013	75000	X	
San-Jose, CA (USA)	2013	90000		X
Richmond, CB (CAN)	2012	30000		X
Toronto Dufferin, ON (CAN)	2012	25000	X	

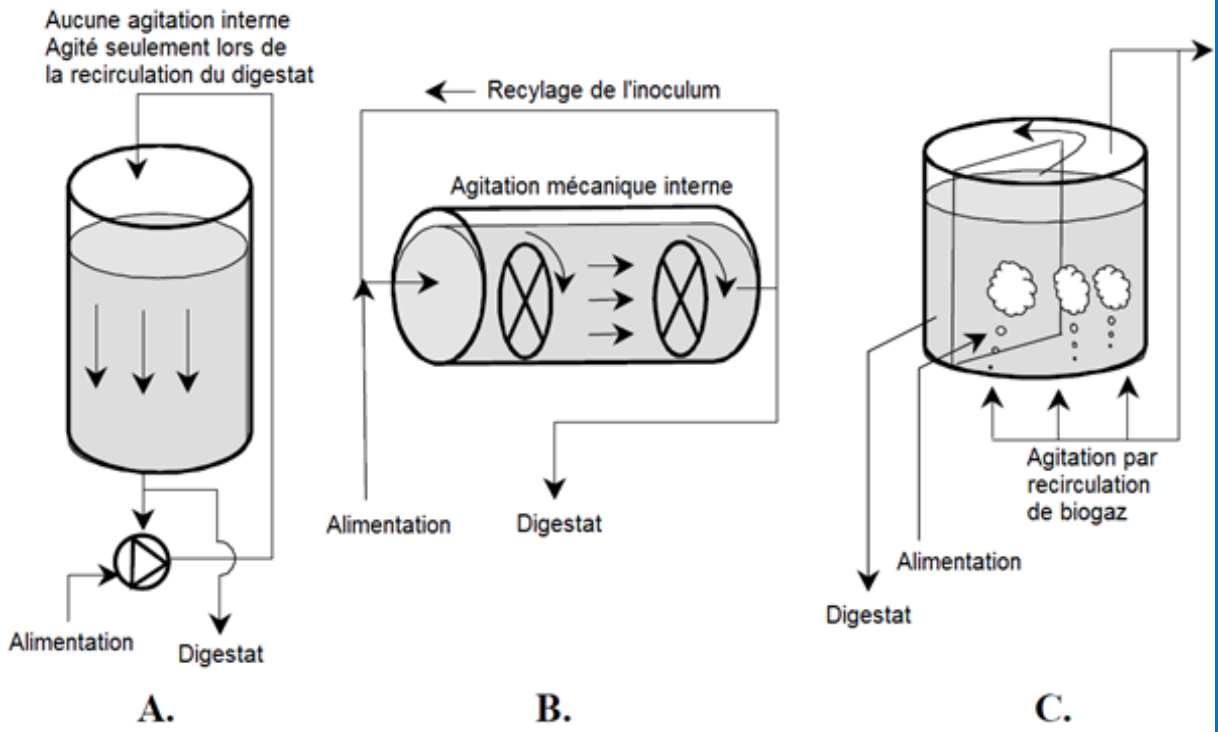
3. BIOMÉTHANISATION EN VOIE SÈCHE

On distingue deux catégories de procédés de biométhanisation en voie sèche:

- Procédés avec alimentation continue (aussi appelés procédés « semi-secs » ou « pistons »)
- Procédés en cuvée (aussi appelés procédés « en tunnels » ou « de percolation »)

Procédés avec alimentation continue

Diverses configurations avec en commun un flux piston et une recirculation d'une fraction du digestat qui sert d'inoculum biologique (siccité des intrants: 15 à 45% selon la technologie)



Adapté de Vandevivere *et al.*, 2003

A. Procédé Dranco de OWS

B. Procédé Kompogas de AXPO

C. Procédé Valorga de Urbaser

Procédés avec alimentation continue (suite)

Quelques technologistes:

- AXPO (procédé Kompogas)
- STRABAG (procédé Laran)
- THÖNI (procédé TTV)
- VIESSMANN (procédé Euco)
- OWS (procédé Dranco)
- URBASER (procédé Valorga)

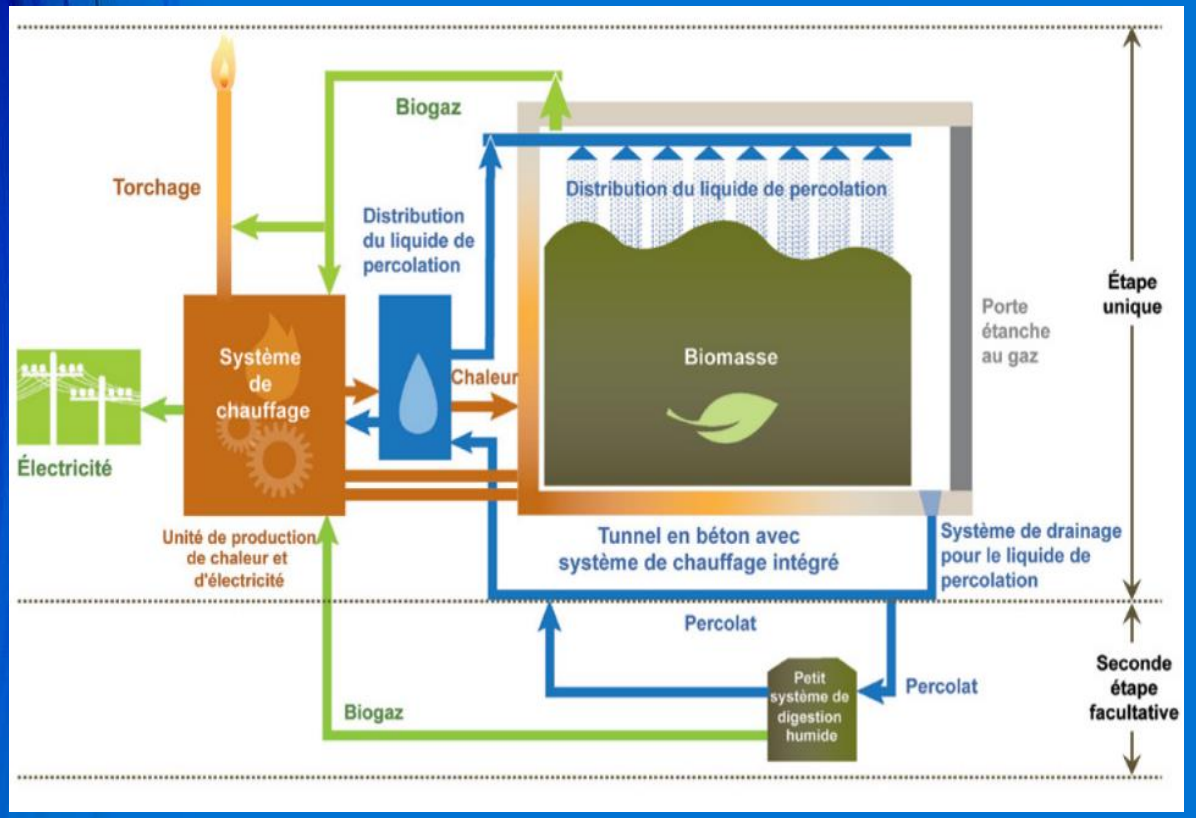
Rijsenhout, Pays-Bas (Kompogas)

Brecht, Belgique (Dranco)

Calais, France (Valorga)

Procédés en cuvée

Réacteurs longitudinaux statiques (tunnels) où les matières organiques sont empilées à l'aide d'un chargeur, avec recirculation du percolat s'écoulant du tas et aspersion par le dessus (siccité des intrants: ≥25%)



Tiré de Environnement Canada, 2013

Procédés en cuvée (suite)

Quelques technologistes:

- EGGERSMANN (procédé Bekon)
- VIESSMANN (procédé BioFerm)
- ZERO WASTE ENERGY (procédé SmartFerm)
- WTT
- HELECTOR/LOOCK

Saerbeck-Steinfurt, Allemagne (Bekon)

Vechta, Allemagne (Bekon)

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE

Conditionnement des résidus en amont

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
Broyage intense et tamisage poussé	Déchiquetage léger et tamisage grossier	Aucun ou minimal (déchiquetage léger)

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Ajout d'eau et robustesse face à la présence de résidus verts

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
• Ajout d'eau requis en quantité importante pour diluer les intrants • La présence de résidus verts en quantité importante peut s'avérer problématique	• Ajout d'eau requis au besoin pour obtenir la siccité voulue dans le réacteur (25% à 30%) • Bonne robustesse en présence de résidus verts	• Aucun ajout d'eau requis • Insensible à la présence de résidus verts qui ne posent aucun problème avec ce type de procédé

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Temps de rétention dans le digesteur

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
Temps de rétention similaires peu importe le type de procédé (le temps de rétention est davantage influencé par le mode d'opération mésophile (28-35 jours) ou thermophile (21-28 jours))		

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Caractéristiques du digestat

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
Pour des conditions similaires (temps de rétention, température de digestion), les caractéristiques du digestat (qualité et quantité) sont semblables peu importe le type de procédé, étant entendu qu'une déshydratation est requise pour les voies humide et sèche continue (à moins de valoriser le digestat sous forme liquide)		

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Production d'effluents liquides

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
• Production importante (déshydratation du digestat) • Si traitement pour réduire NH_4, possibilité de réutilisation (en partie) pour diluer les intrants	• Production variable selon la siccité des intrants	• Production variable selon la siccité des intrants

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Gestion des matières indésirables (contaminants)

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
• Enlèvement en prétraitement et en post-traitement (affinage du compost) • Perte élevée de MO au prétraitement	• Enlèvement en prétraitement et post-traitment (affinage du compost) • Perte modérée ou faible de MO au prétraitement	• Enlèvement en post-traitement • Pas de perte de MO au prétraitement

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Production brute de biogaz (selon Institut Witzenhausen, 2009)

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
≈ 125 Nm^3/tonne intrant (90 – 145)	≈ 120 Nm^3/tonne intrant (100 – 135)	≈ 100 Nm^3/tonne intrant (75 – 120)

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Production nette d'énergie (selon Institut Witzenhausen, 2009)

Voie HUMIDE	Voie SÈCHE CONTINUE	Voie SÈCHE EN CUVÉE
≈ 235 kWh/tonne intrant (170 – 270)	≈ 250 kWh/tonne intrant (200 – 290)	≈ 225 kWh/tonne intrant (190 – 260)

4. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Coûts d'immobilisation et d'exploitation

- Dans le cadre des études préparatoires du projet BioM à Beauharnois, une comparaison économique de deux installations européennes de même capacité a montré que l'installation avec biométhanisation humide présentait des coûts d'immobilisation et d'exploitation environ 25% à 30% plus élevées que l'installation avec biométhanisation sèche continue (SMi-AXOR, 2015)
- À capacité égale, les coûts d'immobilisation et d'exploitation de la voie sèche continue sont eux-mêmes environ 10% à 15% plus élevés que pour la voie sèche en cuvée

5. COMPARAISON VOIE HUMIDE VS VOIE SÈCHE (suite)

Coûts d'immobilisation et d'exploitation (suite)

- Compte tenu du coût peu élevé de l'énergie au Québec et des faibles revenus qu'il est possible d'en tirer, la production nette d'énergie plus élevée de la voie sèche continue ne compense pas pour ses coûts d'immobilisation et d'exploitation plus élevés par rapport à la voie sèche en cuvée
- En contrepartie, l'empreinte au sol réduite de la voie sèche continue peut rendre cette option intéressante lorsque l'espace disponible est restreint

5. CONCLUSION

- En matière de technologie de biométhanisation, il n'y a pas une approche qui est meilleure que l'autre et le choix doit être fait en tenant compte notamment de la nature des intrants
- Pour des intrants d'origine domestique, la biométhanisation sèche est bien adaptée, surtout si les matières collectées dans le bac incluent également des résidus verts
- Dans le cas où le gisement de matières organiques inclut, en plus des intrants d'origine domestique et intrants similaires, des quantités importantes de boues d'épuration, il pourrait être avantageux d'envisager une installation hybride (voie humide pour les boues et voie sèche pour les autres matières)

5. CONCLUSION (suite)

Pour plus de détails, voir aussi:

Desjardins, M.-A. et F. Dubé (2016). «Biométhanisation des matières organiques: Voie humide ou voie sèche», *Vecteur Environnement*, vol. 49, no 1, pp. 44-50

?

QUESTIONS

Marc-André Desjardins, ing., Ph.D.
Vice-président Environnement
AXOR Experts-Conseils
5101, rue Buchan, bureau 400
Montréal (Qc)
H4P 1S4
T. (514) 937-3737 poste 304
mdesjardins@axorexperts.com