
Trois incinérateurs d'animaux morts au banc d'essai

SYLVAIN PIGEON, M. SC., INGÉNIEUR ET
CHARLES FORTIER, INGÉNIEUR JUNIOR ET
AGRONOME, BPR GROUPE-CONSEIL

L'incinération à la ferme constitue une alternative intéressante à la récupération et à l'enfouissement. Le niveau élevé de biosécurité des incinérateurs exclusifs pour animaux morts et les résultats obtenus suite aux essais menés sur trois d'entre eux justifient cette conclusion. Toutefois, la taille du site de production demeure un facteur économique important, notamment en raison de l'interdiction faite par le Règlement sur les aliments de déplacer, sans permis, les animaux morts entre sites de production. Le déplacement d'un incinérateur mobile pourrait toutefois pallier, du moins partiellement, cette contrainte économique.

L'augmentation des coûts de récupération des animaux morts a incité des promoteurs du Québec à développer de petits incinérateurs pour une utilisation à la ferme. Afin de valider leurs performances et de produire une information fiable et indépendante, trois de ces promoteurs se sont regroupés, sous l'instigation de la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ), pour réaliser une campagne d'essais de leur équipement. Ces essais ont été menés par BPR Groupe-conseil et Bodycote Essais de matériaux Canada inc., en collaboration avec les fabricants des incinérateurs Brûle-O-Max, Éco-Concept et Max-Flame. Ces derniers en ont partagé le financement avec le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ). Les essais ont été réalisés en février et mars 2004.

UNE ÉVALUATION SUR PLUSIEURS POINTS

Les essais visaient à démontrer l'applicabilité de l'incinération à la ferme des animaux morts, en tenant compte des exigences réglementaires actuelles et de celles à l'étude. La caractérisation des émissions a porté sur le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques gazeux totaux (COGT) ainsi que les matières particulaires (MP) et leurs composés volatils (CV).

Le CO₂ est un gaz à effet de serre, les NO_x sont en partie responsables de la pluie acide et précurseurs du «smog» alors que le CO, les COGT et les CV traduisent l'efficacité de la combustion. La consommation de combustible, la caractérisation des cendres de même que le coût global d'incinération ont également été évalués.

Dans un souci d'uniformité et de fiabilité des résultats, les essais ont porté sur les brûleurs au propane, avec un chargement minimum de 80 % de la capacité de l'incinérateur et représentatif d'une entreprise naisseur-finisserie et ce, pour deux températures de la chambre de combustion des gaz (700 °C et 1000 °C) et trois cycles complets d'incinération pour chaque température.

DES CONCEPTIONS DIFFÉRENTES

Les incinérateurs testés possèdent deux chambres de combustion, tel que le règlement en vigueur l'exige. Les animaux et les tissus sont d'abord placés dans la chambre d'incinération.

Les gaz et les particules générés par l'incinération sont ensuite dirigés vers la chambre de combustion des gaz afin d'y être oxydés de façon plus poussée.

Toutefois, la conception des incinérateurs est très différente. Les deux chambres de combustion de l'incinérateur Brûle-O-Max (figure 1), approximativement de forme cylindrique, sont superposées et reliées par une section de cheminée. Les animaux morts sont introduits dans la chambre d'incinération par l'intermédiaire d'une porte localisée sur le dessus de la chambre (figure 2).

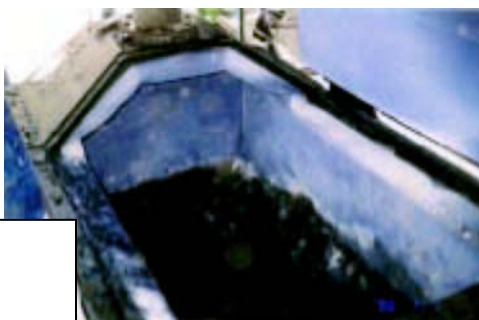


FIGURE 2
CHAMBRE D'INCINÉRATION
(BRÛLE-O-MAX)
(SOURCE: BPR)

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

L'usage à la ferme d'incinérateurs exclusifs pour animaux morts ne requiert pas de certificat d'autorisation. Toutefois, ils doivent être conformes à certains articles du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* du ministère de l'Environnement du Québec. Ces articles, bien que non spécifiques à ce type d'incinérateur, stipulent que tout incinérateur d'une capacité égale ou inférieure à une tonne par heure à chambre de combustion unique est prohibé de même que toute présence de fumée dans l'environnement. Toutefois, un projet de règlement actuellement à l'étude indique que des exigences beaucoup plus contraignantes pourraient éventuellement être mises en application.



FIGURE 1
INCINÉRATEUR BRÛLE-O-MAX
(SOURCE: BRÛLE-O-MAX)

Les deux chambres de l'incinérateur Max-Flame sont également reliées par une section de cheminée, mais les axes de ces deux chambres sont perpendiculaires (figure 3). Cette configuration permet d'aménager la porte sur toute la superficie de la chambre d'incinération (figure 4), ce qui facilite l'introduction des animaux dans la chambre d'incinération. Cette chambre est de forme rectangulaire alors que la chambre de combustion des gaz est cylindrique.

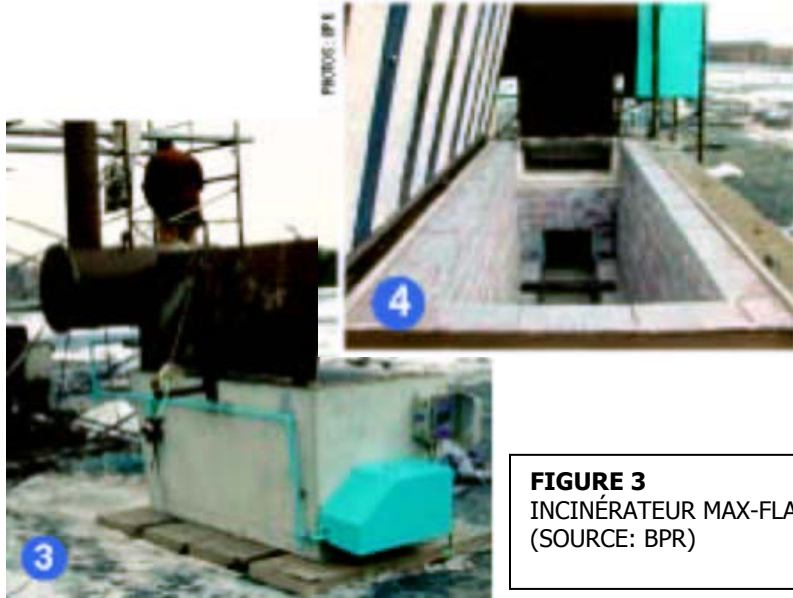


FIGURE 4
CHAMBRE D'INCINÉRATION (MAX-FLAME)
(SOURCE: BPR)

FIGURE 3
INCINÉRATEUR MAX-FLAME LORS DES ESSAIS
(SOURCE: BPR)

Contrairement aux incinérateurs précédents, les deux chambres de l'incinérateur Éco-Concept (figure 5) sont contiguës et partagent une cloison commune. Cette conception requiert moins de matériaux pour sa fabrication et réduit les pertes thermiques en cours d'incinération. Par contre, le chargement des animaux doit se faire devant de l'incinérateur (figure 6), ce qui nécessite l'utilisation d'un treuil pour les plus gros animaux.



FIGURE 5
INCINÉRATEUR ÉCO-CONCEPT
LORS DES ESSAIS
(SOURCE: BPR)



FIGURE 6
CHAMBRE D'INCINÉRATION (ÉCO-CONCEPT)
(SOURCE: BPR)

L'incinérateur Éco-Concept est approuvé par l'Association canadienne de normalisation (CSA/ACNOR) alors que Brûle-O-Max et Max-Flame sont en attente d'approbation.

RÉSULTATS DES ESSAIS

Chargement

La capacité nominale de chargement des incinérateurs testés, telle qu'elle est indiquée par les promoteurs, varie de 227 kg à 454 kg (tableau 1). Le chargement moyen obtenu pour chaque série de trois cycles a toutefois varié de 82 % à 94 % de cette capacité. La rigidité des cadavres gelés explique que le chargement obtenu a généralement été inférieur à la capacité nominale. Suite aux essais, il apparaît que la capacité réelle des incinérateurs Brûle-O-Max et Éco-Concept est conforme à celle indiquée par les promoteurs (454 kg) alors que celle du Max-Flame serait de 350 kg plutôt que de 227 kg.

**TABLEAU 1
DONNÉES SUR LES TROIS INCINÉRATEURS À L'ESSAI**

Paramètres	Brûle-Ô-Max		Éco-Concept		Max-Flame	
	700°C	1000°C	700°C	1000°C	700°C	1000°C
Capacité nominale indiquée (kg)	454		454		227	
Chargement moyen essais (kg)	370	383	372	405	212	202
Taux de chargement (%)	81	84	82	89	94	89
Capacité nominale suggérée (kg)	454		454		350	
Durée cycle (hh:mm)	7:20	5:20	5:36	7:00	4:58	05:20
Taux d'incinération (kg/h)	54,6	72,7	66,3	59,0	43,0	39,5
Consommation de propane (L/kg)	0,138	0,202	0,137	0,193	0,371	0,431

Durée du cycle

Chaque cycle d'incinération a duré en moyenne entre cinq et sept heures pour un taux d'incinération variant de 39,5 kg/h à 72,7 kg/h. La durée du cycle d'incinération et le taux moyen d'incinération sont semblables pour les incinérateurs Brûle-O-Max (63,7 kg/h) et Éco-Concept (62,6 kg/h). La plus faible capacité de chargement de l'incinérateur Max-Flame se traduit par un cycle plus court et un taux d'incinération inférieur (41,3 kg/h).

Consommation de combustible

La consommation moyenne de propane a été similaire pour les incinérateurs Brûle-O-Max et Éco-Concept, soit 0,17 L/kg pour l'ensemble des essais. Par contre, l'incinérateur Max-Flame a consommé plus du double de propane, soit 0,40 L/kg. La plus petite taille de l'incinérateur et son inertie thermique élevée pourraient expliquer en partie cette différence.

Une température plus basse dans la chambre de combustion des gaz a permis une réduction de la consommation variant de 14 % (Max-Flame) à 32 % (Brûle-O-Max).

Toutefois, la température visée de 700 °C est souvent difficile à maintenir en raison de la puissance trop élevée des brûleurs et du manque de contrôle de leur intensité. En modifiant ces éléments, une réduction plus importante de la consommation pourrait être obtenue. Par contre, le projet de règlement prévoit une température de 1000 °C.

Émissions atmosphériques

Les analyses des émissions atmosphériques (tableau 2) indiquent que les trois incinérateurs rencontrent la seule norme d'émission proposée dans le projet de règlement, soit 70 mg/Nm³, et ce, pour les températures de 700 °C et de 1000 °C de la chambre de combustion des gaz. Le temps de résidence des gaz a varié de 0,83 à 1,48 seconde alors que le projet de règlement prévoit un temps minimum de 1 seconde.

Les résultats indiquent que, de façon générale, les émissions de contaminants (CO₂, CO, COGT, particules, solides volatils), pour un même incinérateur, ont été inférieures pour le temps de résidence le plus élevé. Quant aux émissions de NO_x, elles ont été systématiquement plus élevées à haute température. Les cendres représentent de 3 à 4 % de la masse totale incinérée.

Finalement, l'opacité des fumées produites a toujours été sous la norme de 20 % stipulée par le règlement en vigueur, cette performance étant attribuable à la présence de la chambre de combustion des gaz.

**TABLEAU 2
ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES**

Paramètres		Brûle-Ô-Max		Éco-Concept		Max-Flame	
		700°C	1000°C	700°C	1000°C	700°C	1000°C
Temps de résidence (s)		1,48	0,83	1,05	0,87	0,86	0,99
Paramètres gazeux	CO ₂ (%)	11,4	13,1	12,6	11,7	13,2	12,3
	O ₂ (%)	6,8	4,2	4,5	5,6	4,2	4,9
	CO (ppm)	129	218	62	58	35	27
	NO _x (ppm)	155	493	326	433	354	385
	COGT (ppm)	5,1	88,0	0,8	3,2	9,2	0,7
Matières particulaires	Opacité (%)	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	Concentration corrigée à 11% O ₂ (mg/Nm ³)	48,1	59,7	50,3	48,5	50,6	29,6
	Émission (g particule/100 kg d'animaux)	28,3	34,5	19,1	23,7	28,6	16,8
	Solides volatils (%)	14,8	34,6	17,7	34,6	18,2	13,8

DES COÛTS D'INCINÉRATION TRÈS VARIABLES

L'évaluation du coût de l'incinération a pris en considération les paramètres inscrits au tableau 3. Le coût d'acquisition des incinérateurs, tels qu'ils ont été testés, varie de 16 000 \$ à 21 000 \$. La construction d'un abri a été prévue, malgré l'avis des promoteurs, ainsi que l'installation d'un enregistreur de température de la chambre de combustion des gaz prévu au projet de règlement. Le coût du combustible a été évalué à partir des données de consommation établies par le projet et un coût du propane de 0,31 \$/litre.

TABLEAU 3
PARAMÈTRES ÉCONOMIQUES

Paramètre	Incinérateur	Abri	Enregistreur
Coût d'acquisition (\$)		2 500	1 000
Brûle-O-Max	20 850		
Éco-Concept	16 000		
Max-Flame	21 000		
Durée de vie économique (an)	10	25	10
Valeur de récupération (%)	10	0	0

Dans ces conditions, les coûts totaux d'incinération varieraient de 3077 \$ à 8080 \$ par année et les coûts unitaires, de 0,14 \$/kg à 1,24 \$/kg, selon l'incinérateur et l'entreprise retenus (tableau 4). La taille de l'entreprise, l'amortissement de l'incinérateur et la consommation de combustible sont les principaux facteurs expliquant cette variation. La réduction de la température dans la chambre de combustion des gaz réduit d'environ 0,02 \$/kg le coût d'incinération. Cette différence prend de l'importance avec l'augmentation de la quantité de matériel incinéré et peut représenter près de 13 % du coût global d'incinération. Finalement, le coût d'éventuels tests d'émissions aux cinq ans varie de 0,02 \$/kg à 0,23 \$/kg, soit de 9 % à 23 % du coût d'incinération.

La capacité des incinérateurs est supérieure aux besoins de la grande majorité des entreprises. En considérant un taux de chargement de 85 % et cinq cycles d'incinération par semaine, la capacité annuelle est de 75 000 kg pour Max-Flame et 100 000 kg pour Brûle-O-Max et Éco-Concept. Toutefois, l'incinération de truies nécessite un volume minimal pour la chambre d'incinération et requiert un modèle d'incinérateur dont la capacité est de l'ordre de 350 kg.

**TABLEAU 4
COÛTS D'INCINÉRATION**

Type d'entreprise Taille d'entreprise Mortalité annuelle (kg/an)	Brûle-O-Max			Éco-Concept			Max-Flame		
	N - F 600 truies 32 900	F 1000 porcs 3 200	F 6000 porcs 19 400	N - F 600 truies 32 900	F 1000 porcs 3 200	F 6000 porcs 19 400	N - F 600 truies 32 900	F 1000 porcs 3 200	F 6000 porcs 19 400
COÛTS D'INCINÉRATION									
<i>Frais fixes</i>									
Amortissement									
Incinérateur	1 877	1 877	1 877	1 440	1 440	1 440	1 890	1 890	1 890
Autres	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Assurances (0,4 %) et intérêts (2,5 %)	706	706	706	566	566	566	711	711	711
Entretien									
Incinérateur	165	16	97	165	16	97	165	16	97
Test d'émissions	720	720	720	720	720	720	720	720	720
<i>Frais variables</i>									
Combustible (propane)									
À 1000°C	2 058	200	1 213	1 972	192	1 163	4 395	427	2 591
À 700°C	1 410	137	831	1 393	136	822	3 787	368	2 233
TOTAL (\$)									
Combustion des gaz à 1000°C	5 725	3 719	4 813	5 062	3 133	4 185	8 080	3 964	6 209
Combustion des gaz à 700°C	5 077	3 656	4 431	4 483	3 077	3 844	7 472	3 905	5 851
COÛT UNITAIRE (\$/kg)									
Combustion des gaz à 1000°C	0,17	1,16	0,25	0,15	0,98	0,22	0,25	1,24	0,32
Combustion des gaz à 700°C	0,15	1,14	0,23	0,14	0,96	0,20	0,23	1,22	0,30

DES AMÉLIORATIONS POSSIBLES

Malgré le développement récent des incinérateurs testés, les performances d'émissions rencontrent déjà les critères qui pourraient éventuellement être retenus. D'un point de vue technique, les modifications suivantes devraient être apportées:

- réduction de la puissance des brûleurs de la chambre de combustion des gaz;
- amélioration du système de contrôle de température;
- amélioration de la durabilité des revêtements intérieurs (Brûle-O-Max et Éco-Concept);
- amélioration de l'étanchéité de la structure de l'incinérateur (Éco-Concept) et du joint de fermeture de porte (Brûle-O-Max, Éco-Concept);
- amélioration de l'efficacité de combustion (Max-Flame);
- modification éventuelle du mode de chargement (Éco-Concept).

ERRATUM

Dans le numéro d'avril dernier de *Porc Québec*, une malencontreuse erreur s'est glissée dans l'article intitulé «Vers une amélioration génétique de la longévité des truies» paru sous la chronique Recherche aux pages 72 à 74. En effet, les noms des auteurs suivants auraient dû être cités en plus de celui de Roger Cue:

- ✚ **Jean-Paul Laforest, agronome, Ph. D., professeur titulaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval**
- ✚ **Frédéric Fortin, étudiant à la maîtrise, Université McGill**