

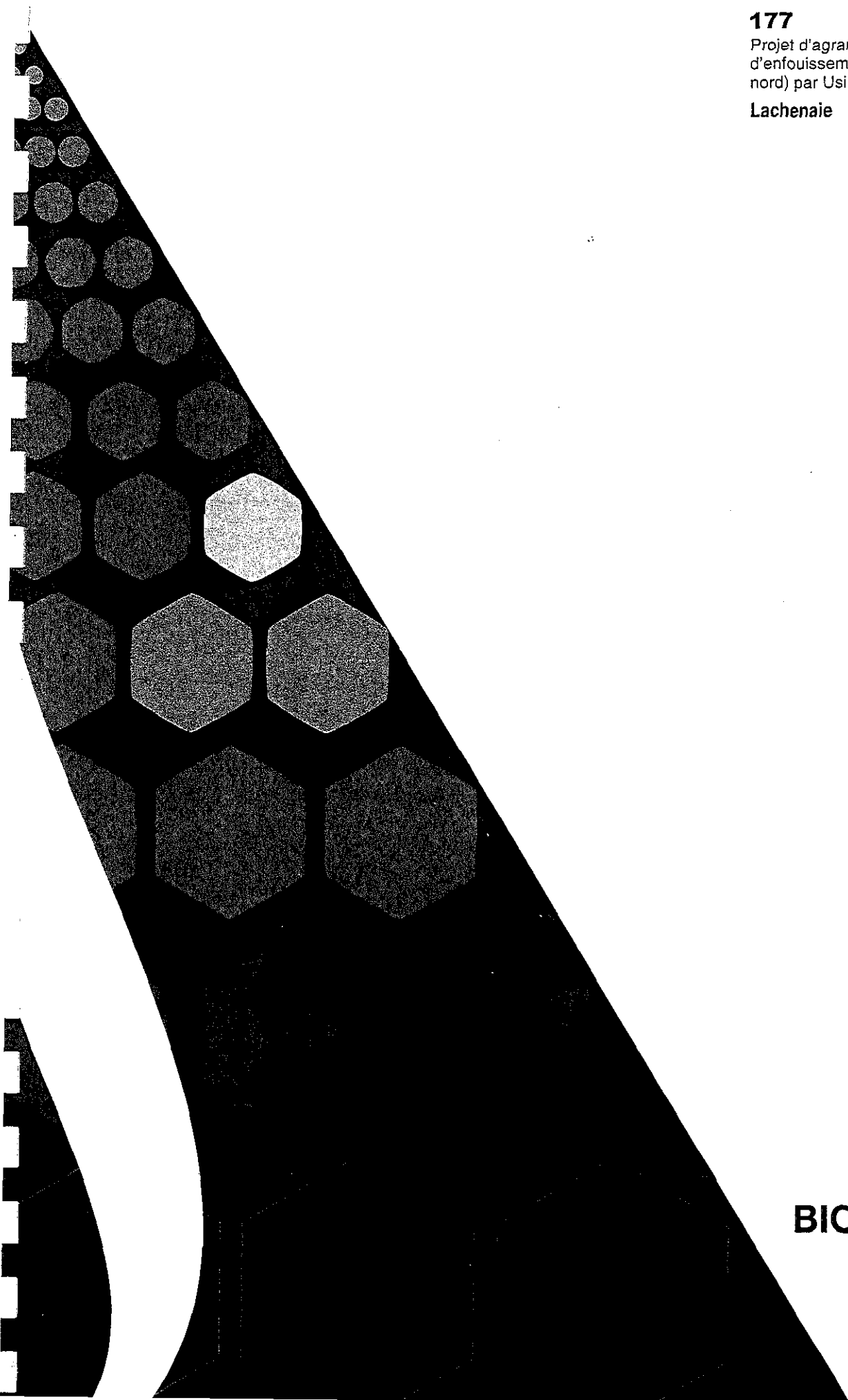
177

DA30

Projet d'agrandissement du lieu
d'enfouissement de Lachenaie (secteur
nord) par Usine de triage Lachenaie Itée

Lachenaie

6212-03-0C6



BIO THERMICA

**Échantillonnage des émissions atmosphériques
des moteurs 1 à 4
Juillet 2002**

Projet n° 3780.06.02


Présenté à :

BFI USINE DE TRIAGE LACHENAIE LTÉE

RÉDIGÉ PAR :


Michèle-Odile Geoffroy, M.Sc.

APPROUVÉ PAR :


Guy Drouin, ing.



Biothermica

BIOTHERMICA Technologies Inc.
426, rue Sherbrooke est
Montréal, Québec
H2L 1J6

Tél. : (514) 488-3881
Fax. : (514) 488-3125

www.biothermica.com

Table des matières

1.	Introduction	p. 2
2.	Méthodologies	p. 2
3.	Normes	p. 3
4.	Résultats	p. 4

Annexe 1 : Rapport d'échantillonnage de Consulair

1. Introduction

BFI Usine de Triage de Lachenaie Ltée (BFI-UTL) a mandaté Biothermica Technologies Inc. (Biothermica) afin de réaliser un programme de surveillance des biogaz au site d'enfouissement de Lachenaie. Conformément au décret gouvernemental et au programme de surveillance proposé par BFI-UTL, le mandat inclut les activités de surveillance suivantes :

- Détermination de la concentration de méthane dans les puits de surveillance, les bâtiments ainsi que dans l'air et le sol à la limite de propriété, conformément à la condition 13 du décret (4 fois par année) ;
- Détermination de la concentration de méthane dans les puits de surveillance (8 fois par année) ;
- Échantillonnage intégré du méthane à la surface du site (1 fois par année) ;
- Validation des modèles de génération du biogaz et de dispersion atmosphérique, conformément à la condition 15 du décret (1 seule fois) ;
- Suivi environnemental de la centrale électrique conformément au certificat d'autorisation (1 fois par année).

Le présent rapport fait état des résultats obtenus dans le cadre des résultats du programme d'échantillonnage du mois de juillet 2002 conformément à l'item 5 de la proposition du 29 mai 1998 émise par Biothermica. L'activité consiste en la mesure des émissions atmosphériques des moteurs 1 à 4.

Le programme d'échantillonnage a été réalisé sur le terrain par l'équipe de Consulair le 17 juillet 2002. Leur rapport de caractérisation est fourni en annexe au présent document.

2. Méthodologies

Les paramètres analysés au cours de la présente campagne d'échantillonnage sont les suivants : monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO₂), dioxyde de soufre (SO₂), oxygène (O₂), oxydes d'azote (NO_x) et hydrocarbures totaux (THC). Le nombre de points de mesure à l'intérieur des conduits des moteurs a été déterminé selon la méthode SPE 1/RM/8 d'environnement Canada. Les méthodes d'échantillonnage suivantes ont été respectées pour l'analyse¹ des composés à l'étude :

- | | |
|--|--------------------------------------|
| • O ₂ , CO et CO ₂ : | Mesure en continu, Méthode 3a (EPA) |
| • SO ₂ : | Mesure en continu, Méthode 6c (EPA) |
| • NO _x : | Mesure en continu, Méthode 7e (EPA) |
| • THC : | Mesure en continu, Méthode 25a (EPA) |

Afin de pouvoir déterminer taux d'émission (en mg/J) de chacun des paramètres à l'étude, les concentrations relevées par lecture directe pour chaque paramètre (en ppm) ont été transformées selon la formule SPE 1/RM/15 d'Environnement Canada.

¹ Les appareils utilisés afin de mesurer les émissions atmosphériques des moteurs permettent une lecture directe. Leurs caractéristiques respectives sont fournies en annexe.

La mesure de la vitesse des gaz a été réalisée en tube de pitot en L, selon la méthode SPE1/RM/8 d'Environnement Canada. Leur humidité a été mesurée selon le gain en poids de barboteurs d'eau et de gel de silice, suivi d'un compteur de gaz de type sec.

Enfin, l'opacité des émissions des moteurs a été déterminée à l'aide de l'échelle de mesure contenue dans l'annexe c du règlement sur la Qualité de l'atmosphère du ministère de l'Environnement du Québec.

3. Normes

Selon l'article 36 (paragraphe b à d) du règlement sur la Qualité de l'atmosphère du ministère de l'Environnement du Québec, un moteur fixe à combustion interne dont la capacité est égale ou supérieure à 1 mégawatt (MW) ne peut émettre plus de 4,5 g/MJ de NO_x, 1,8 g/MJ de CO et 2,2 g/MJ d'hydrocarbures. Le SO₂ n'est pas un paramètre inclus dans l'article 36. Aucun critère comparatif ne lui a donc été attribué.

Selon le paragraphe a du même article, un moteur fixe à combustion interne ne peut émettre dans l'atmosphère « une concentration de contaminants qui excède 10 % d'opacité selon l'une ou l'autre des méthodes de mesure prévues aux paragraphes a ou b de l'article 96 (...) ».

4. Résultats

Une moyenne des taux d'émissions de chaque paramètre à l'étude pour l'ensemble des quatre (4) moteurs est fournie au tableau 1. Le détail des mesures pour chacun des moteur est donné dans le rapport de Consulair (voir annexe).

Tableau 1 BFI Usine de Triage Lachenaie Ltée Emissions atmosphériques moyennes des moteurs 1 à 4			
Composé	Taux d'émission (g/MJ)	Norme ² (g/MJ)	% du critère comparatif (%)
CO	0,261	1,8	15
NO _x	0,103	4,5	2,3
SO ₂	0,001	-	-
THC	0,777	2,2	35
Niveau d'opacité : inférieur à 5%			
Efficacité de destruction des hydrocarbures totaux :			95,6% (selon bilan O ₂) 95,7% (selon bilan C)

Dans le tableau précédent, les valeurs normalisées ont été rapportées à une température de 25°C, une pression atmosphérique de 101,3 kPa et sur une base sèche.

Les résultats de l'échantillonnage des émissions atmosphériques des moteurs 1 à 4 de BFI-UTL prouvent que les critères établis dans le règlement sur la Qualité de l'atmosphère ne sont jamais dépassés et que le niveau d'opacité des émissions demeure sous le barème permis.

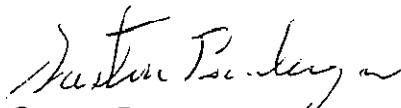
² Normes établies pour les moteurs à combustion interne par le règlement sur la Qualité de l'atmosphère (ministère de l'Environnement du Québec).

Annexe I
Rapport d'échantillonnage de Consulair

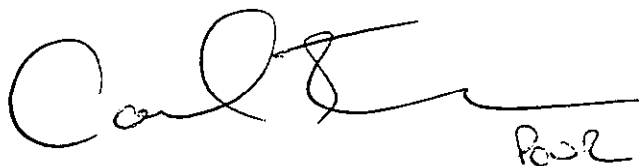
Consulair^{MC}

Échantillonnage de l'air
Conformité environnementale

RAPPORT D'ÉCHANTILLONNAGE
DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES
DES MOTEURS 1 À 4
BFI
USINE DE TRIAGE LACHENAIE LTÉE



Par : Gaston Boulanger, chimiste



Véifié par : Christian Gagnon, technicien

Québec, septembre 2002

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ.....	1
2.1 DONNÉES D'OPÉRATION.....	2
3. NORMES ENVIRONNEMENTALES.....	2
3.1 NORMES EN VIGUEUR.....	2
3.2 PROJET DE MODIFICATION AU RÈGLEMENT.....	2
4. PROGRAMME DE CARACTÉRISATION	2
4.1 HORAIRE DES ESSAIS	3
5. MÉTHODOLOGIE.....	3
5.1 MESURE DE VITESSE	4
5.2 CARACTERISTIQUES DES SITES	4
5.3 MESURE DES EMISSIONS A L'AIDE D'APPAREILS A LECTURE DIRECTE.....	5
5.4 ÉTALONNAGE.....	5
5.5 CALCUL DU TAUX D'EMISSION.....	5
6. RÉSULTATS.....	6
6.1 MOTEURS.....	9



LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 5-1 – MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE	3
TABLEAU 5-2 - CARACTÉRISTIQUES DES ANALYSEURS	4
TABLEAU 5-3 - CARACTÉRISTIQUES DES SITES ÉCHANTILLONNÉS	5
TABLEAU 6-1 – RÉSUMÉ DES RÉSULTATS SORTIE MOTEURS	7
TABLEAU 6-2 – CALCUL DE L'AIR ALIMENTÉ ET PRODUITS DE COMBUSTION À 0% O ₂	8

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – DONNÉES D'OPÉRATION	
ANNEXE 2 - RAPPORTS DE CALIBRATION	
ANNEXE 3 - MÉTHODE SPE 1/RM/15 CALCUL DES ÉMISSIONS	
ANNEXE 4 – DONNÉES COMPILÉES PAR ORDINATEUR	



SOMMAIRE DES RÉSULTATS

MOTEUR NO	1	2	3	4	Moyenne
Température des gaz (°C)	730	718	756	738	736
Vitesse moyenne des gaz (m/s)	40,26	51,60	45,61	42,29	44,94
Calcul de la fraction vol. vapeur d'eau (%)	10,6	10,5	11,0	11,4	10,9
DÉBIT DES GAZ					
-normalisé et sec (Nm ³ /h)	5782	7502	6401	5937	6406
-actuel et humide (m ³ /h)	14397	18451	16308	15120	16069
ANALYSEUR EN CONTINU					
O ₂ (% sec)	9,2	9,4	8,8	8,4	9,0
CO ₂ (% sec)	10,7	10,4	10,9	11,1	10,8
CO (ppm sec)	523	492	557	621	548
NO ₂ (ppm sec)	106	89	138	199	133
SO ₂ (ppm sec)	2,3	2,0	0,9	0,2	1,4
Hydrocarbures totaux (équi. CH ₄)(ppm sec)	3064	3188	2667	2458	2844
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (ppm sec à 0% O ₂)	5474	5787	4614	4110	4996
CONCENTRATION SUR BASE NORMALISÉE ET SÈCHE					
CO (mg/Nm ³)	598	563	638	711	628
NO ₂ (mg/Nm ³)	200	168	259	375	250
SO ₂ (mg/Nm ³)	6,1	5,4	2,3	0,5	3,5
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (mg/Nm ³)	2005	2087	1745	1608	1861
TAUX D'ÉMISSION					
CO (kg/h)	3,46	4,23	4,08	4,22	4,00
NO ₂ (kg/h)	1,15	1,26	1,66	2,23	1,57
SO ₂ (kg/h)	0,04	0,04	0,01	0,003	0,02
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (kg/h)	11,59	15,65	11,17	9,55	11,99
TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉ SELON % O ₂					
CO (g/MJ alimenté)*	0,253	0,242	0,263	0,284	0,261
NO ₂ (g/MJ alimenté)*	0,084	0,072	0,107	0,150	0,103
SO ₂ (g/MJ alimenté)	0,003	0,002	0,001	0,0002	0,001
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (g/MJ alimenté)*	0,849	0,895	0,720	0,643	0,777
DONNÉES DE PRODUCTION BIOGAZ					
CH ₄ (%)	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4
CO ₂ (%)	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5
N ₂ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
O ₂ (%)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Valeur calorifique (MJ/m ³ à 25 °C)	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
Calcul du débit (m ³ /h à 25 °C)	621	795	705	674	699
Calcul du débit (pi ³ /min à 25 °C)	366	468	415	397	411
Energie alimentée (MJ/h)	13671	17498	15526	14848	15386
Facteur C (volume gaz de combustion) sec/normalisé à 0% O ₂ par GJ(Nm ³ /GJ)	236,8	236,2	238,3	239,1	237,6
Energie produite (MW)	1,005	1,009	1,008	1,001	1,006
Energie produite (MJ/h)	3618	3632	3629	3604	3621
Hyd. tot.(Equi CH ₄) (non brûlé)(% sec à 0% O ₂)	0,55	0,58	0,46	0,41	0,50
EFFICACITE DE DESTRUCTION HYD. TOT.(Bilan O ₂)	95,2	94,9	95,9	96,4	95,6
EFFICACITE DE DESTRUCTION HYD. TOT.(Bilan C)	95,4	95,1	96,0	96,4	95,7



1. INTRODUCTION

Consulair a été mandaté par Biothermica Technologies Inc, pour réaliser un programme d'échantillonnage des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, du dioxyde de soufre, des hydrocarbures totaux et de l'opacité provenant de la combustion des biogaz des moteurs 1 à 4 de la centrale électrique de BFI-Usine de Triage Lachenaie Ltée à Lachenaie. Le programme d'échantillonnage s'est déroulé le 17 juillet 2002.

Les résultats ont été comparés aux normes existantes.

L'équipe de travail était composée de Louis Lawson (technicien & chef d'équipe) et de Carl Jackson (technicien).

2. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

Les essais ont été réalisés à la centrale électrique de Lachenaie située à l'adresse suivante :

BFI, Usine de Triage Lachenaie Ltée

3779, Chemin des 40 Arpents

Lachenaie, (Qué.)

J6V 1A3

Responsable : M. Richard Brown

Téléphone : (450) 474-3916

Les quatre moteurs identiques de type Waukeska-Pearce Modèle L7042 GL, produisent de l'électricité à partir de biogaz. Normalement, la composition des biogaz est analysée par un chromatographe fixe installé en permanence à l'usine. Cependant, lors des essais, le chromatographe installé en permanence ne fonctionnait pas, la composition des biogaz a été analysée par un appareil portatif appartenant à BFI.



2.1 DONNÉES D'OPÉRATION

Afin de s'assurer du fonctionnement adéquat des équipements d'opération, une liaison étroite a été maintenue avec les opérateurs durant tout le programme d'échantillonnage. Les données d'opération, fournies par le personnel de BFI, sont présentées à l'annexe 1.

3. NORMES ENVIRONNEMENTALES

3.1 NORMES EN VIGUEUR

Les normes d'émission sont tirées du document suivant :

Règlement sur la qualité de l'atmosphère du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) Q2, r.20, articles 36A à 36D.

Selon les articles 36B à 36D, un moteur fixe à combustion interne dont la capacité est égale ou supérieure à 1 mégawatt ne peut émettre plus de 4,5 grammes d'oxydes d'azote par mégajoule, plus de 1,8 grammes de monoxyde de carbone par mégajoule et plus de 2,2 grammes d'hydrocarbures par mégajoule.

Selon l'article 36A, un nouveau moteur ne peut émettre une concentration de contaminants qui excède 10% d'opacité.

3.2 PROJET DE MODIFICATION AU RÈGLEMENT

La dernière version disponible du projet de modification au règlement est datée du 12 juin 2000. Dans la dernière version de la proposition de modification au Règlement, il n'y a pas de changement sauf dans le cas de la future norme d'émissions d'hydrocarbures qui n'inclura pas les émissions de méthane.

4. PROGRAMME DE CARACTÉRISATION

Dans ce rapport, les paramètres recherchés sont représentés de la manière suivante : Monoxyde de carbone (CO), Dioxyde de carbone (CO₂), Dioxyde de soufre (SO₂), Oxygène (O₂), Oxydes d'azote (NO_x) et Hydrocarbures totaux (THC).

Le tableau suivant montre le nombre d'essais pour les paramètres mesurés.



TABLEAU 4-1 – PARAMÈTRES CARACTÉRISÉS

NOMBRE D'ESSAIS PAR MOTEUR	
CO ₂ , O ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , THC, OPACITÉ	1

4.1 HORAIRE DES ESSAIS

Le tableau suivant présente l'horaire des essais.

TABLEAU 4-2 – HORAIRE DES ESSAIS

DATE	SITE	PARAMÈTRES	HEURE	ESSAI NO
17/07/02	Moteur No. 4	CO ₂ , O ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , THC, OPACITÉ	09h50 – 10h50	M4
	Moteur No. 3 *	CO ₂ , O ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , THC, OPACITÉ	11h35 – 11h55 12h30 – 13h10	M3
	Moteur No. 2	CO ₂ , O ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , THC, OPACITÉ	13h20 – 14h20	M2
	Moteur No. 1	CO ₂ , O ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , THC, OPACITÉ	14h50 – 15h50	M1

* : Panne électrique à la roulotte d'échantillonnage à 11h55.

Un essai d'un minimum de 60 minutes a été réalisé à chacun des moteurs

5. MÉTHODOLOGIE

Les tableaux suivants décrivent les méthodes et les appareils d'échantillonnage utilisés lors des essais.

TABLEAU 5-1 – MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE

Composés	Méthodes
Température	Thermomètre ou thermocouple
Humidité	Méthode D, SPE 1/RM/8 d'Environnement Canada
Débit des gaz	Méthode B, SPE 1/RM/8 d'Environnement Canada
O ₂ , CO et CO ₂	Mesure en continu Méthode 3A USEPA
SO ₂	Mesure en continu Méthode 6C, USEPA
NO _x	Mesure en continu Méthode 7E, USEPA
THC (sous forme PROPANE)	Mesure en continu Méthode 25 A, USEPA



TABLEAU 5-2 - CARACTÉRISTIQUES DES ANALYSEURS

PARAMÈTRE	O ₂	CO ₂	SO ₂	NO _x	THC	CO
Méthode	EPA 3A	EPA 3A	EPA 6C	EPA 7E	EPA 25A	EPA 3A
Marque	NOVA	CALIFORNIA ANALYTICAL	BOVAR	BOVAR	AMKO	NOVA
Modèle	370	ZRH	922	922	RS 57	370
Principe	Cellule électrochimique	IR	NDUV	NDUV	FID	Cellule électrochimique
Échelle de mesure	0-25 %	0-30 %	0-500 ppm	0-500 ppm	0-1000 ppm	0-2000 ppm

Ces appareils ont été étalonnés avec un gaz étalon au début et à la fin de chaque série d'essais.

L'opacité a été mesuré à l'aide de l'échelle de mesure de l'annexe D du règlement.

5.1 MESURE DE VITESSE

La méthode de base utilisée est celle publiée par Environnement Canada sous le code SPE-1/RM/8 et intitulée: "Méthode de référence normalisée en vue d'essais aux sources : mesures des rejets de particules de sources fixes". Un tube de pitot en L (No. L4 : Cp :0,986) a été utilisé pour mesurer la vitesse des gaz.

L'humidité des gaz a été mesurée selon le gain en poids des barboteurs d'eau et de gel de silice suivi d'un compteur de gaz de type sec (No. 2, coeff : 1,023)

5.2 CARACTÉRISTIQUES DES SITES

Le nombre de points de mesure à l'intérieur des conduits a été déterminé selon la section A de la méthode d'Environnement Canada SPE 1/RM/8 intitulée « Détermination du lieu d'échantillonnage et des points de prélèvement ».



Les caractéristiques des sites échantillonnés sont résumées au tableau suivant :

TABLEAU 5-3 - CARACTÉRISTIQUES DES SITES ÉCHANTILLONNÉS

CONDUIT	DIMENSION(S)		NOMBRE DE DIAMÈTRES DE LA TURBULENCE (D)		NOMBRE DE POINTS UTILISÉS	
	Conduit (m)	Ports (cm)	Amont	Aval	Par traverse & nombre de traverses	Total
Cheminées Moteurs	0,36	0	5,4	1,3	2 x 4	8

5.3 MESURE DES ÉMISSIONS À L'AIDE D'APPAREILS À LECTURE DIRECTE

L'équipement nécessaire à l'échantillonnage des paramètres gazeux est le suivant :

- Une sonde en acier inoxydable chauffée à 120 °C.
- Un filtre en fibre de verre à l'intérieur d'une enceinte chauffée à 120 °C.
- Un cordon chauffant, muni de tubes de téflon, pour conserver les gaz à une température de 120 °C.
- Pour les THC, il n'y avait pas de condenseur avant l'appareil.
- Pour les autres gaz, un réfrigérant dont la température est maintenue à près de 4 °C permettant de condenser l'humidité des gaz.
- Une pompe péristaltique branchée dans le bas du réfrigérant afin d'évacuer le condensat des gaz prélevés.
- Panneau de distribution des gaz permettant de diriger les gaz étalon vers la sonde ou directement à l'entrée des appareils.

5.4 ÉTALONNAGE

L'étalonnage des tubes de Pitot de type "S", des orifices et des compteurs à gaz de type sec a été effectué selon la méthode SPE 1/RM/8, section F. Les rapports d'étalonnage sont présentés à l'annexe 2.

5.5 CALCUL DU TAUX D'ÉMISSION

La formule d'Environnement Canada (annexe 3) pour transformer les concentrations (ppm) des contaminants en taux d'émissions (mg/J) a été utilisée.



Nous avons calculé un facteur C pour chacun des essais à partir de la composition des biogaz et de la quantité de méthane non brûlé.

6. RÉSULTATS

Dans le tableau suivant, les valeurs normalisées ont été rapportées à une température de 25°C, une pression atmosphérique de 101,3 kPa et sur une base sèche. Les données compilées par ordinateur sont présentées à l'annexe 4.

Les tableaux des résultats de la caractérisation des émissions atmosphériques sont identifiés ci-dessous et présentés aux pages suivantes :

TABLEAU 6-1 – RÉSUMÉ DES RÉSULTATS SORTIE MOTEURS	7
TABLEAU 6-2 – CALCUL DE L'AIR ALIMENTÉ ET PRODUITS DE COMBUSTION À 0% O ₂	8



TABLEAU 6-1 – RÉSUMÉ DES RÉSULTATS SORTIE MOTEURS

Essais Nos	M1	M2	M3	M4	Moyenne
MOTEUR NO	1	2	3	4	
Date de l'essai	07-17-02	07-17-02	07-17-02	07-17-02	---
Début de l'essai	14h50	13h20	11h35	09h50	---
Fin de l'essai	15h50	14h20	13h10	10h50	---
Durée de l'essai (min.)	60	60	60	60	---
Température des gaz (°C)	730	718	756	738	736
Vitesse moyenne des gaz (m/s)	40,26	51,60	45,61	42,29	44,94
Calcul de la fraction vol. vapeur d'eau (%)	10,6	10,5	11,0	11,4	10,9
Fraction vol. vapeur d'eau mesurée (%)	12,7	12,6	13,5	12,6	12,9
ANALYSEUR EN CONTINU					
O ₂ (% sec)	9,2	9,4	8,8	8,4	9,0
CO ₂ (% sec)	10,7	10,4	10,9	11,1	10,8
CO (ppm sec)	523	492	557	621	548
NO ₂ (ppm sec)	106	89	138	199	133
SO ₂ (ppm sec)	2,3	2,0	0,9	0,2	1,4
Hydrocarbures totaux (équi. CH ₄)(ppm sec)	3064	3188	2667	2458	2844
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (ppm sec à 0% O ₂)	5474	5787	4614	4110	4996
DÉBIT DES GAZ					
-normalisé et sec (Nm ³ /h)	5782	7502	6401	5937	6406
-actuel et humide (m ³ /h)	14397	18451	16308	15120	16069
CONCENTRATION SUR BASE NORMALISÉE ET SÈCHE					
CO (mg/Nm ³)	598	563	638	711	628
NO ₂ (mg/Nm ³)	200	168	259	375	250
SO ₂ (mg/Nm ³)	6,1	5,4	2,3	0,5	3,5
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (mg/Nm ³)	2005	2087	1745	1608	1861
TAUX D'ÉMISSION					
CO (kg/h)	3,46	4,23	4,08	4,22	4,00
NO ₂ (kg/h)	1,15	1,26	1,66	2,23	1,57
SO ₂ (kg/h)	0,04	0,04	0,01	0,003	0,02
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (kg/h)	11,59	15,65	11,17	9,55	11,99
CALCUL SELON LE % O₂ (Méthode SPE 1/RM/15)					
	Taux d'émission				
CO (g/MJ alimenté)*	0,253	0,242	0,263	0,284	0,261
NO ₂ (g/MJ alimenté)*	0,084	0,072	0,107	0,150	0,103
SO ₂ (g/MJ alimenté)	0,003	0,002	0,001	0,0002	0,001
Hyd. totaux (Equi. CH ₄) (g/MJ alimenté)*	0,849	0,895	0,720	0,643	0,777

*: Norme actuelle pour moteur de plus de 1MW:

1,8 g CO / MJ; 4,5 g NO₂ / MJ; 2,2 g d'hydrocarbures (incluant CH₄) / MJ.

Proposition de modification au règlement pour moteur de plus de 1MW:

1,8 g CO / MJ; 4,5 g NO₂ / MJ, 2,2 g d'hydrocarbures / MJ (excluant le CH₄).



TABLEAU 6-2 – CALCUL DE L'AIR ALIMENTÉ ET PRODUITS DE COMBUSTION À 0% O₂

Essais Nos	M1	M2	M3	M4	Moyenne
MOTEUR NO	1	2	3	4	
DONNEES DE PRODUCTION					
	14h50	13h20	11h35	09h50	
BIOGAZ					
CH ₄ (%)	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4
CO ₂ (%)	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5
N ₂ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
O ₂ (%)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Valeur calorifique (MJ/m ³ à 25 °C)	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
Calcul du débit (m ³ /h à 25 °C)	621	795	705	674	699
Calcul du débit (pi ³ /min à 25 °C)	366	468	415	397	411
Energie alimentée (MJ/h)	13671	17498	15526	14848	15386
Facteur C (volume gaz de combustion	236,8	236,2	238,3	239,1	237,6
SEC/NORMALISÉ A 0% O₂ PAR GJ(Nm³/GJ)					
Energie produite (MW)	1,005	1,009	1,008	1,001	1,006
Energie produite (MJ/h)	3618	3632	3629	3604	3621
Hyd. tot.(Equi CH ₄) (non brûlé)(% sec à 0% O ₂)	0,55	0,58	0,46	0,41	0,50
EFFICACITE DE DESTRUCTION HYD. TOT.(Bilan O ₂)	95,2	94,9	95,9	96,4	95,6
EFFICACITE DE DESTRUCTION HYD. TOT.(Bilan C)	95,4	95,1	96,0	96,4	95,7
PRODUITS DE COMBUSTION (m³ a 0% O₂/m³ biogaz)					
H ₂ O	1,22	1,22	1,23	1,24	1,23
CH ₄	0,029	0,030	0,024	0,022	0,026
CO ₂	0,96	0,96	0,96	0,97	0,96
N ₂	4,22	4,21	4,26	4,28	4,24
TOTAL	6,43	6,42	6,48	6,50	6,46
TOTAL (sec)	5,21	5,20	5,24	5,26	5,23
TOTAL (sec) par GJ (m ³ /GJ)	236,8	236,2	238,3	239,1	237,6
AIR D'ALIMENTATION (m³/m³ biogaz brûlé) POUR % O₂ EGAL 0%					
O ₂ requis	1,12	1,12	1,13	1,13	1,12
Air requis	5,34	5,33	5,38	5,41	5,37
Eau avec air requis	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09
Fraction vol. de l'eau dans l'air (%)	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7



6.1 MOTEURS

Les taux d'émissions (g/MJ) ont été calculés selon la méthode SPE 1/RM/15 en tenant compte de la composition des biogaz et de la quantité de méthane non brûlé.

Le taux d'émissions de monoxyde de carbone (CO) est en moyenne 0,261 g par MJ alimenté (variation 0,242 à 0,284), soit 15% de la norme qui est de 1,8 g de CO/MJ.

Le taux d'émissions d'oxydes d'azote (NO₂) a varié de 0,072 à 0,150 g/MJ pour une moyenne de 0,103 g/MJ, soit 2,3% de la norme de 4,5 NO₂/MJ.

Le taux d'émissions de dioxyde de soufre a varié de 0,0002 à 0,003 g/MJ pour une moyenne de 0,001 g/MJ.

Le taux d'émissions d'hydrocarbures totaux a varié de 0,643 à 0,895 g/MJ pour une moyenne de 0,777 g/MJ, soit 35% de la norme de 2,2 g/MJ. L'efficacité de destruction des d'hydrocarbures totaux est de 95,6 et 95,7% respectivement selon le bilan de O₂ et de carbone. L'efficacité de destruction des hydrocarbures totaux était de l'ordre de 94,8 à 95,8% pour les deux dernières années.

Le niveau d'opacité des émissions était non mesurable visuellement, soit inférieure à 5%.



ANNEXE 1

DONNÉES D'OPÉRATION



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	UNIT #1 LB PWR CYL #1 °F	UNIT #1 LOAD KW	UNIT #1 HOURS	UNIT #1 RB PWR CYL #1 °F	ENGINE RPM UNIT #1	UNIT #1 LUBE OIL PSIG	UNIT #1 LUBE EXIT °F	UNIT #1 LUBE RETN °F
	1031	1004.74	54263	1049	1199	58	216.900	196
2	UNIT #1 LB PWR CYL #2 °F	UNIT #1 LB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #1 RB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #1 RB PWR CYL #2 °F		UNIT #1 VIB LEVEL % OF STPT	UNIT #1 JW EXIT °F	UNIT #1 JW RETURN °F
	1043			1020		57.700	211	176
3	UNIT #1 LB PWR CYL #3 °F	UNIT #1 LB EXHAUST °F	UNIT #1 RB EXHAUST °F	UNIT #1 RB PWR CYL #3 °F		UNIT #1 OIL COOL EXIT H2O °F	UNIT #1 I/C TO O/C H2O °F	UNIT #1 ACW RETURN °
	1033	1024	1037	1056		163.9	152.6	129.9
4	UNIT #1 LB PWR CYL #4 °F	UNIT #1 POST TURBO °F	UNIT #1 HOURS OIL CHANGE	UNIT #1 RB PWR CYL #4 °F	UNIT #1 HOURS FLT CHANGE	COOLING UNIT #1	RADIATOR COMMAND UNIT #1	RADIATOR FAN UNIT #1
	1032	775.1	5	1054	358			RUNNING
5	UNIT #1 LB PWR CYL #5 °F	unit #1 LB AIR MANIF °F	UNIT #1 RB AIR MANIF °F	UNIT #1 RB PWR CYL #5 °F	UNIT #1 BRG#1 TEMP °F	UNIT #1 BRG#3 TEMP °F	UNIT #1 BRG#5 TEMP °F	UNIT #1 BRG#7 TEMP °F
	1043	145	145	1030	227.358	229.072	224	228
6	UNIT #1 LB PWR CYL #6 °F	UNIT #1 LB AIR MANIF PSIG	UNIT #1 RB AIR MANIF PSIG	UNIT #1 RB PWR CYL #6 °F	UNIT #1 BRG#2 TEMP °F	UNIT #1 BRG#4 TEMP °F	UNIT #1 BRG#6 TEMP °F	MAIN BRG TEMP AND LOAD (U1) RELATIONS
	1013	13	13	1043	225.000	222	222	

u2

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	UNIT #2 LB PWR CYL #1 °F	UNIT #2 LOAD KW	UNIT #2 HOURS	UNIT #2 RB PWR CYL #1 °F	ENGINE RPM UNIT #2	UNIT #2 LUBE OIL PSIG	UNIT #2 LUBE EXIT °F	UNIT #2 LUBE RETN °F
	1015.7	1009.1	54869	1032.4	1199	54.4	209.5	196.6
2	UNIT #2 LB PWR CYL #2 °F	UNIT #2 LB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #2 RB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #2 RB PWR CYL #2 °F		UNIT #2 VIB LEVEL % OF STPT	UNIT #2 JW EXIT °F	UNIT #2 JW RETURN °F
	1018.4			1018.8		57.800	216.4	173.7
3	UNIT #2 LB PWR CYL #3 °F	UNIT #2 LB EXHAUST °F	UNIT #2 RB EXHAUST °F	UNIT #2 RB PWR CYL #3 °F		UNIT #2 OIL COOL EXIT H2O °F	UNIT #2 I/C TO O/C H2O °F	75 ACW RETURN H2O °F
	1019.3	1015.9	1024.3	1025.9		162.1	150.4	128.5
4	UNIT #2 LB PWR CYL #4 °F	UNIT #2 POST TURBO °F	UNIT #2 HOURS OIL CHANGE	UNIT #2 RB PWR CYL #4 °F	UNIT #2 HOURS FLT CHANGE	COOLING UNIT #2	RADIATOR COMMAND UNIT #2	RADIATOR FAN UNIT #2
	1011.5	770.5	535	1020.3	535			RUNNING
5	UNIT #2 LB PWR CYL #5 °F	UNIT #2 LB AIR MANIF °F	UNIT #2 RB AIR MANIF °F	UNIT #2 RB PWR CYL #5 °F	UNIT #2 BRG#1 TEMP °F	UNIT #2 BRG#3 TEMP °F	UNIT #2 BRG#5 TEMP °F	UNIT #2 BRG#7 TEMP °F
	1005.9	140.9	141.6	1018.0	218.800	228.200	223	221.000
6	UNIT #2 LB PWR CYL #6 °F	UNIT #2 LB AIR MANIF PSIG	UNIT #2 RB AIR MANIF PSIG	UNIT #2 RB PWR CYL #6 °F	UNIT #2 BRG#2 TEMP °F	UNIT #2 BRG#4 TEMP °F	UNIT #2 BRG#6 TEMP °F	MAIN BRG TEMP AND LOAD (U2) RELATIONS
	1005.5	14.6	13.9	1024.0	225	198.000	228.90	

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	UNIT #3 LB PWR CYL #1 °F	UNIT #3 LOAD KW	UNIT #3 HOURS	UNIT #3 RB PWR CYL #1 °F	ENGINE RPM UNIT #3	UNIT #3 LUBE OIL PSIG	UNIT #3 LUBE EXIT °F	UNIT #3 LUBE RETN °F
	1016.1	1008.474	59742	1050.2	1199	55.2	213.5	198.5
2	UNIT #3 LB PWR CYL #2 °F	UNIT #3 LB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #3 RB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #3 RB PWR CYL #2 °F		UNIT #3 VIB LEVEL % OF STPT	UNIT #3 JW EXIT °F	UNIT #3 JW RETURN °F
	1027.5			1066.7		0.000	216.700	169.200
3	UNIT #3 LB PWR CYL #3 °F	UNIT #3 LB EXHAUST °F	UNIT #3 RB EXHAUST °F	UNIT #3 RB PWR CYL #3 °F		UNIT#3 OIL COOL EXIT H2O °F	UNIT #3 I/C TO O/C H2O °F	UNIT #3 ACW RETURN H2O °F
	1043.3	1031.0	1035.4	1039.3		164.9	151.6	134.9
4	UNIT #3 LB PWR CYL #4 °F	UNIT #3 POST TURBO °F	UNIT #3 HOURS OIL CHANGE	UNIT #3 RB PWR CYL #4 °F	UNIT #3 HOURS	COOLING UNIT #3	RADIATOR COMMAND UNIT #3	RADIATOR FAN UNIT #3
	1018.2	791.0	690	1036.4	690			RUNNING
5	UNIT #3 LB PWR CYL #5 °F	UNIT #3 LB AIR MANIF °F	UNIT #3 RB AIR MANIF °F	UNIT #3 RB PWR CYL #5 °F	UNIT #3 BRG#1 TEMP ENABLE	UNIT #3 BRG#3 TEMP °F	UNIT #3 BRG#5 TEMP °F	UNIT #3 BRG#7 TEMP °F
	1013.8	142.3	139.9	1015.2	225	226.200	224	227
6	UNIT #3 LB PWR CYL #6 °F	UNIT #3 LB AIR MANIF PSIG	UNIT #3 RB AIR MANIF PSIG	UNIT #3 RB PWR CYL #6 °F	UNIT #3 BRG#2 TEMP °F	UNIT #3 BRG#4 TEMP °F	UNIT #3 BRG#6 TEMP °F	MAIN BRG TEMP AND LOAD (U3) RELATIONS
	996.8	12.8	13.8	1012.4	225	224	227	

14 11-22-27th 10:35

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	UNIT #4 LB PWR CYL #1 °F	UNIT #4 LOAD kW	UNIT #4 HOURS	UNIT #4 RB PWR CYL #1 °F	ENGINE RPM UNIT #4	UNIT #4 LUBE OIL PSIG	UNIT #4 LUBE EXIT °F	UNIT #4 LUBE RETN °F
	1017.1	1001	597.3	1043.3	1199	55.5	204.6	191.5
2	UNIT #4 LB PWR CYL #2 °F	UNIT #4 LB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #4 RB POWER CYLINDER TEMPS	UNIT #4 RB PWR CYL #2 °F		UNIT #4 VIB LEVEL % OF STPT	UNIT #4 JW EXIT °F	UNIT #4 JW RETURN °F
	1012.7			1034.3		63.800	210.0	167.5
3	UNIT #4 LB PWR CYL #3 °F	UNIT #4 LB EXHAUST °F	UNIT #4 RB EXHAUST °F	UNIT #4 RB PWR CYL #3 °F		UNIT #4 OIL COOL EXIT H2O °F	UNIT #4 I/C TO O/C H2O °F	UNIT #4 ACW RETURN H2O °F
	1003.2	1021.7	1033.3	1035.8		157.4	143.5	128.9
4	UNIT #4 LB PWR CYL #4 °F	UNIT #4 POST TURBO °F	UNIT #4 HOURS OIL CHANGE	UNIT #4 RB PWR CYL #4 °F	UNIT #4 HOURS FLT CHANGE	COOLING UNIT #4	RADIATOR COMMAND UNIT #4	RADIATOR FAN UNIT #4
	995.4	780.5	960	1010.3	960			RUNNING
5	UNIT #4 LB PWR CYL #5 °F	UNIT #4 LB AIR MANIF °F	UNIT #4 RB AIR MANIF °F	UNIT #4 RB PWR CYL #5 °F	UNIT #4 BRG#1 TEMP °F	UNIT #4 BRG#3 TEMP °F	UNIT #4 BRG#5 TEMP °F	UNIT #4 BRG#7 TEMP °F
	993.8	135.4	126.3	1020.5	222	221	223	221
6	UNIT #4 LB PWR CYL #6 °F	UNIT #4 LB AIR MANIF PSIG	UNIT #4 RB AIR MANIF PSIG	UNIT #4 RB PWR CYL #6 °F	UNIT #4 BRG#2 TEMP °F	UNIT #4 BRG#4 TEMP °F	UNIT #4 BRG#6 TEMP °F	MAIN BRG TEMP AND LOAD (U4) RELATIONS
	991.0	12.5	11.3	1016.1	226	226	225	

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		UNIT #1 FUEL FLOW CF/M	UNIT #2 FUEL FLOW CF/M	UNIT #3 FUEL FLOW CF/M	UNIT #4 FUEL FLOW CF/M	ALL UNITS FUEL FLOW MAIN CF/M		
		349	350	351	350	1400		
4			PRECHAMBER FUEL FLOW CF/M					
			45					
5								
6								

ANNEXE 2

RAPPORTS DE CALIBRATION

CONSULAIR GASTON BOULANGER INC

ETALONNAGE DES TUBES DE PITOTS

DATE: 04 ET 05/04/02

TUNNEL A VENT: UNIVERSITE LAVAL

Calibré par: Gaston Boulanger, chimiste

Coefficient et déviation standard

Martin Boulanger, Bacc. Science

Jean Pageot, technicien

SONDE AVEC PITOT EN S														
SONDE NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Long. Tot. (po)	52,0	54,5	55,0	76,0	78,0	78,0	102,0	160,0	134,0	78,0	55,0	70,0	131,0	174,0
Long. Eff. (po)	38,5	42,0	40,0	62,5	64,0	68,0	85,0	140,0	122,0	64,0	45,0	58,0	117,0	159,0
Matériel	PY	PY	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
Coeff. Cp	0,792	0,781	0,763	0,764	0,791	0,731	0,765	0,784	0,804	0,772	0,778	0,776	0,794	0,755
Dév. Stand.	0,007	0,005	0,011	0,007	0,005	0,028	0,015	0,006	0,010	0,009	0,007	0,008	0,006	0,012

PITOT NO	SONDE PETIT IN-STACK					SONDE GROS IN-STACK					QUARTZ	
	PF16	PF7	PF16	PF11	PF14	GF17	GF7	GF17	GF11	GF14	Q3	Q5
FILTRE PETIT OU GROS	P	P	P	P	P	G	G	G	G	G		
PIT. COURBE OU DROIT	C	D	C	D	D	C	D	C	D	D		
SONDE NO	4	7	9	11	14	4	7	9	11	14		
Long. Eff. (po)	65,3	87,8	124,8	47,8	161,8	74,3	96,8	133,8	56,8	170,8	36,0	60,0
Coeff. Cp	0,791	0,748	0,791	0,748	0,760	0,765	0,747	0,765	0,765	0,759	0,763	0,717
Dév. Stand.	0,005	0,012	0,005	0,019	0,010	0,005	0,006	0,005	0,014	0,010	0,013	0,011

SONDE AVEC PITOT EN S										
SONDE NO	3A	3B	5A	5B	5C	6A	6B refr	10A	10B	10C
Long. Eff. (po)	36	36	60	60	60	72	60	120	120	120
Matériel	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
Coeff. Cp	0,776	0,773	0,774	0,776	0,801	0,781	0,722	0,742	0,769	0,813
Dév. Stand.	0,011	0,006	0,009	0,015	0,009	0,007	0,010	0,010	0,012	0,012

SONDE AVEC PETIT IN-STACK										
	PF3A	PF3B	PF5A	PF5B	PF5C	PF6A		PF10A	PF10B	PF10C
Long. Eff. (po)	36	36	60	60	60	72		120	120	120
Coeff. Cp	0,768	0,801	0,790	0,764	0,783	0,792		0,783	0,785	0,790
Dév. Stand.	0,007	0,007	0,006	0,013	0,007	0,010		0,007	0,011	0,006

PITOT EN L										
PITOT NO	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L24	L48
Long. Eff. (po)	18,0	24,0	24,0	36,0	38,0	38,0	60,0	78,0	24,0	48,0
Coeff. Cp	0,990	0,993	0,988	0,986	0,988	0,992	0,987	0,995	0,987	0,982
Dév. Stand.	0,005	0,006	0,008	0,008	0,007	0,007	0,007	0,005	0,007	0,010

PITOT EN S					
PITOT NO	15	P5	P6C	P6B	P8
Long. Eff. (po)	2	60	72	72	96
Coeff. Cp	0,803	0,786	0,777	0,800	0,810
Dév. Stand.	0,010	0,011	0,010	0,010	0,005

CONSULAIR GASTON BOULANGER INC

CALIBRATION DU COMPTEUR DE GAZ TYPE SEC ET DE L'ORIFICE

DATE: 14/11/01
 NO. DU COMPTEUR : 2 TYPE DE TRAIN : RAC # 2
 CALIBRE PAR: Jean Pageot COMPTEUR HUMIDE NO: 14AG2

ORIFICE	COMPTEUR SEC				COMPTEUR HUMIDE			TEMPS (min)	BWO (%)
	VOLUME TOTAL (pi3)	TEMPERATURE			VOLUME TOTAL (pi3)	TEMPE- RATURE (oF)	PRESSION (H2O)		
		ENTREE (oF)	SORTIE (oF)	MOYENN (oF)					
0,015	0,673	80,2	77,3	78,8	0,675	66,0	-0,20	10,00	2,18
0,16	3,094	78,8	75,5	77,2	3,139	65,5	-0,40	10,00	1,88
0,36	4,918	77,2	73,5	75,3	5,061	65,5	-0,80	10,00	1,75
0,49	5,976	73,7	71,3	72,5	6,183	65,5	-1,20	10,00	2,14
0,64	6,852	81,5	77,2	79,3	7,114	68,5	-1,40	10,00	2,48
1,00	8,639	85,3	79,3	82,3	8,923	68,0	-2,00	10,00	2,52
1,50	10,826	89,2	81,7	85,4	11,091	68,0	-2,90	10,00	2,24
2,00	12,247	71,7	66,7	69,2	12,820	65,5	-3,80	10,00	2,13

ORIFICE	Qm (sec) compt. sec	Qm (sec) compt. hum.	Qm/k	K (sec) compt. sec	K (sec) compt. hum.	DH@ compt. hum.	GAMMA
0,015	0,07	0,07	0,10	0,713	0,700	1,88	1,004
0,16	0,32	0,31	0,31	1,005	0,998	0,92	1,016
0,36	0,50	0,50	0,47	1,067	1,071	0,80	1,027
0,49	0,61	0,61	0,55	1,115	1,113	0,74	1,022
0,64	0,70	0,70	0,63	1,112	1,118	0,74	1,028
1,00	0,88	0,88	0,79	1,119	1,123	0,73	1,027
1,50	1,10	1,10	0,96	1,141	1,142	0,70	1,023
2,00	1,25	1,24	1,10	1,135	1,129	0,72	1,017
MOYENNE (sauf Dh = 0,015)				1,099	1,099	0,765	1,023
DEVIATION STANDARD (sauf Dh = 0,015)				0,044	0,046	0,070	0,004

PRESSION BARO. (po Hg)
30,00
30,00
30,00
30,00
30,11
30,11
30,11
30,02

Différence acceptable pour gamma si déviation standard inférieure à 1%.
 Sinon reprendre la calibration.

CALIBRATION DES THERMOCOUPLES		
Thermomètre de référence (oF)	Compteur sec	
	entrée (oF)	sortie (oF)
71	70	70
105	105	105

Différence acceptable inférieure à 5 oF

ANNEXE 3

MÉTHODE SPE 1/RM/15 CALCUL DES ÉMISSIONS

Méthode de référence pour la surveillance des émissions gazeuses des chaudières à combustible fossile

Division de la mesure de la pollution
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada

Méthode de référence SPE 1/RM/15
Septembre 1990

Section 7

Calculs

Calculer, au moyen de la Feuille de données sur les concentrations, les concentrations moyennes de NO, de SO₂, de CO et d'oxygène pendant la durée de l'essai. En utilisant ces moyennes, calculer les débits d'émission de NO (en équivalents de NO₂), de CO et de SO₂, exprimés en ng/J, à l'aide de l'équation ci-dessous. Choisir, au tableau 3, le facteur C convenant au combustible utilisé. Inscrire les débits d'émission calculés et les autres paramètres indiqués sur le Sommaire des émissions (figure 4).

Équation

$$q_{m(x)} = \left[\frac{f_c \times 4,092 \times M_x \times \varphi_x}{100\,000} \right] \times \left[\frac{20,9}{20,9 - \varphi_{O_2}} \right]$$

où :

$q_{m(x)}$ = Débit-masse d'émission de l'espèce x par unité d'énergie, en nanogrammes par joule (ng/J)

- M_x = Masse molaire de l'espèce x , en grammes par mole (g/mol)
- φ_x = Fraction volumique (concentration) moyenne de l'espèce x , à l'état sec, en parties par million (ppm)
- φ_{O_2} = Fraction volumique (concentration) moyenne de l'oxygène, à l'état sec, en pourcentage (%)
- f_c = Facteur du combustible, en mètres cubes par gigajoule (m³/GJ), à l'état sec et aux conditions de référence (température de 25 °C et pression de 101,32 kPa)

Utiliser les masses molaires (M_x) suivantes pour effectuer les calculs :

$$M_{NO_2} = 46,0 \text{ g/mol}$$

$$M_{CO} = 28,0 \text{ g/mol}$$

$$M_{SO_2} = 64,1 \text{ g/mol}$$

Tableau 3 Facteurs C pour divers combustibles

Groupe de combustibles	Combustible	Facteur C* (m ³ /GJ)
Solides	Anthracite	276,8
	Houille	268,1
	Lignite	270,3
Liquides	Mazout	251,7
Gaz	Gaz naturel, propane et butane	238,6

* Volume aux conditions de référence, à l'état sec, en mètres cubes par gigajoule

ANNEXE 4

DONNÉES COMPILÉES PAR ORDINATEUR

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #1
 TYPE D'ESSAIS: M1
 DATE: 37454,00 HEURE: 14h50
 15h50

LISTE DES PARAMETRES

Hauteur effective de la cheminée	77,5	pi	23,6	m
Hauteur de la cheminée	30,0	pi	9,1	m
Coefficient du tube de pitot	0,986	cv		
Coefficient du compteur	1,023	y		

Pression barométrique	29,81	po Hg	757,3	mm Hg
Surface du conduit	1,07	pi2	0,099	m2
Dimension du conduit	1,17	pi	0,36	m
Diamètre de la cheminée (sortie)	1,17	pi	0,36	m
Pression statique	-0,32	po H2O	-8,1	mm H2O
Eau captée dans les barboteurs	30,8	g		

CARACTERISTIQUE DES GAZ

Vitesse moyenne	132,11	pi/sec	40,26	m/sec	
Température moyenne	730	Deg F	388	Deg C	corr. à 0% O2
Débit sec et normalisé	3403	Npi3/min	5782	Nm3/h	3237 Nm3/h
Débit actuel et humide	8473	pi3/min	14397	m3/h	Calcul alimentation biogaz
Poids moléculaire Md	30,06	28,78	Ms		621 Nm3/h
Composition des gaz	sec	humide	sec		
O2	9,2	8,2	%	corr. à 0% O2	
CO2	10,7	9,6	%		
CO	0,0523	0,0467	%	0,0934	0,253 g/MJ
NO2	0,0106	0,0095	%	0,0189	0,084 g/MJ
Hyd. Totaux (ég. CH4)	0,3064	0,2739	%	0,5474	0,849 g/MJ
SO2	0,0002	0,0002	%	0,0004	0,003 g/MJ
N2	79,73	71,27	%		
H2O calculé	10,61	%	18,95	%	
H2O mesuré	12,74	%			

DONNEES D'ECHANTILLONNAGE

Volume total échantillonné et sec	10,129	Npi3	0,287	Nm3
Durée	60,00	min		

	Concentration sur base sèche	Taux d'émission	Taux d'émission	Air ambiant Point d'impact
CO	598 mg/Nm3	3,46 kg/h	0,253 g/MJ	108 ng/m3
NO2	200 mg/Nm3	1,15 kg/h	0,084 g/MJ	36 ng/m3
Hyd. Totaux (ég. CH4)	2005 mg/Nm3	11,59 kg/h	0,848 g/MJ	362 ng/m3
SO2	6 mg/Nm3	0,04 kg/h	0,003 g/MJ	1 ng/m3

* Volume de gaz sec et normalisé (25 Deg C et 101.3 kPa)

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #1
 TYPE D'ESSAIS: M1
 DATE: 07-17-02 HEURE: 14h50
 15h50

TRAV. POINT (NO.)	TEMPS (min)	TEMP. GAZ (oF)	PRESSION		VITESSE GAZ (pi/sec)	COMPTEUR VOLUME		VOLUME ECHANT. (pi3)	COMPTEUR TEMPERA. ENTR. (oF)		O2 (%vs)	CO2 (%vs)	CO (ppmv)	NOX (ppmv)	SO2 (%vs)	Hyd. totaux (ppmvh) (Equi. propane)	Hyd. totaux (ppmv) (Equi. propane)
			(DP) (po H2O)	(DH) (po H2O)		INITIAL (pi3)	FINAL (pi3)		ENTR. (oF)	SORT. (oF)							
1	1	5,00	730	2,15	0,20	145,35	222,31	232,67	10,36	97	98	9,2	10,6	528	103		
	2	5,00	730	1,55	0,20	123,41				107	99	9,2	10,6	526	104	1,90	1023
	3	5,00	730	1,45		119,36						9,2	10,6	524	104	1,90	1020
	4	5,00	730	2,00		140,19						9,2	10,6	522	104	2,40	1015
2	1	5,00	730	1,45		119,36						9,2	10,8	523	104	2,40	1003
	2	5,00	730	1,85		134,83						9,2	10,8	523	105	2,50	1056
	3	5,00	730	2,20		147,03						9,2	10,8	521	105	2,10	1016
	4	5,00	730	1,65		127,33						9,2	10,8	521	105	2,20	953
		5,00										9,2	10,8	522	107	2,00	1050
		5,00										9,2	10,7	521	106	2,60	1019
		5,00										9,2	10,7	522	110	2,40	1019
		5,00										9,2	10,7	521	108	2,40	991
											9,2	10,7	521	110	2,60	937	
											9,2	10,7	520	109	2,60	913	
														3,00	953	1066	

MOYENNIS

730

0,2

132,11

102

99

9,2

10,7

523

105

2,3

996

1114

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #2

TYPE D'ESSAIS: M2

DATE: 37454,00 HEURE: 13h20
14h20

LISTE DES PARAMETRES

Hauteur effective de la cheminée	90,8	pi	27,7	m
Hauteur de la cheminée	30,0	pi	9,1	m
Coefficient du tube de pitot	0,986	cv		
Coefficient du compteur	1,023	y		

Pression barométrique	29,83	po Hg	757,6	mm Hg
Surface du conduit	1,07	pi2	0,099	m2
Dimension du conduit	1,17	pi	0,36	m
Diamètre de la cheminée (sortie)	1,17	pi	0,36	m
Pression statique	-0,25	po H2O	-6,4	mm H2O
Eau captée dans les barboteurs	33,9	g		

CARACTERISTIQUE DES GAZ

Vitesse moyenne	169,32	pi/sec	51,60	m/sec	
Température moyenne	718	Deg F	381	Deg C	corr. à 0% O2
Débit sec et normalisé	4416	Npi3/min	7502	Nm3/h	4134 Nm3/h
Débit actuel et humide	10860	pi3/min	18451	m3/h	Calcul alimentation biogaz
Poids moléculaire Md	30,01	Ms			795 Nm3/h
Composition des gaz	sec	humide		sec	
O2	9,4	8,4	%	corr. à 0% O2	
CO2	10,4	9,3	%		
CO	0,0492	0,0440	%	0,0893	% 0,242 g/MJ
NO2	0,0089	0,0080	%	0,0162	% 0,072 g/MJ
Hyd. Totaux (éq. CH4)	0,3188	0,2855	%	0,5787	% 0,895 g/MJ
SO2	0,0002	0,0002	%	0,0004	% 0,002 g/MJ
N2	79,83	71,46	%		
H2O calculé	10,48	%	19,01	%	
H2O mesuré	12,58	%			

DONNEES D'ECHANTILLONNAGE

Volume total échantillonné et sec	11,308	Npi3	0,320	Nm3
Durée	60,00	min		

	Concentration sur base sèche	Taux d'émission	Taux d'émission	Air ambiant Point d'impact
CO	563 mg/Nm3	4,23 kg/h	0,242 g/MJ	94 ng/m3
NO2	168 mg/Nm3	1,26 kg/h	0,072 g/MJ	28 ng/m3
Hyd. Totaux (éq. CH4)	2087 mg/Nm3	15,65 kg/h	0,895 g/MJ	347 ng/m3
SO2	5 mg/Nm3	0,04 kg/h	0,002 g/MJ	1 ng/m3

* Volume de gaz sec et normalisé (25 Deg C et 101.3 kPa)

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #2
 TYPE D'ESSAIS: M2
 DATE: 07-17-02 HEURE: 13h20
 14h20

TRAV. POINT (NO.)	TEMPS (min)	TEMP. GAZ (oF)	PRESSION		VITESSE GAZ (pi/sec)	COMPTEUR VOLUME		VOLUME ECHANT. (pi3)	COMPTEUR TEMPERA.		O2 (%vs)	CO2 (%vs)	CO (ppmv)	NOX (ppmv)	SO2 (%vs)	Hyd.totaux (ppmvh) (Equi. propane)	Hyd.totaux (ppmv) (Equi. propane)	
			(DP) (po H2O)	(DH) (po H2O)		INITIAL (pi3)	FINAL (pi3)		ENTR. (oF)	SORT. (oF)								
1	1	5,00	718	2,90	0,20	167,96	210,76	222,31	11,55	96	96	9,4	10,4	493	93	1,5	990	1106
	2	5,00	718	2,75	0,20	163,56				99	98	9,4	10,4	493	91	1,7	1020	1139
	3	5,00	718	2,60		159,03				105	98	9,4	10,4	492	90	1,7	1020	1139
	4	5,00	718	3,15		175,05				107	99	9,4	10,4	491	90	2,1	1010	1128
2	1	5,00	718	3,15		175,05						9,4	10,4	492	90	2,3	1010	1128
	2	5,00	718	3,05		172,25						9,4	10,4	491	90	2,0	1042	1164
	3	5,00	718	3,05		172,25						9,4	10,4	491	91	2,2	1048	1171
	4	5,00	718	2,95		169,40						9,4	10,4	491	91	2,2	1060	1184
		5,00	718									9,3	10,4	492	91	2,1	1054	1177
		5,00	718									9,4	10,4	491	88	2,1	1040	1162
		5,00	718									9,4	10,4	494	85	1,6	1040	1162
		5,00	718									9,3	10,4	491	87	2,2	1040	1162
		5,00	718									9,4	10,4	492	88	2,7	1060	1184
		5,00	718									9,4	10,4	493	86	2,3	1100	1229

MOYENNE

718	2,95	0,2	169,32							102	98	9,4	10,4	492	89	2,0	1038	1159
-----	------	-----	--------	--	--	--	--	--	--	-----	----	-----	------	-----	----	-----	------	------

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #3

TYPE D'ESSAIS: M3

DATE: 07-17-02 HEURE: 11h35
13h10

LISTE DES PARAMETRES

Hauteur effective de la cheminée	84,1	pi	25,6	m
Hauteur de la cheminée	30,0	pi	9,1	m
Coefficient du tube de pitot	0,986	cv		
Coefficient du compteur	1,023	y		

Pression barométrique	29,90	po Hg	759,4	mm Hg
Surface du conduit	1,07	pi2	0,099	m2
Dimension du conduit	1,17	pi	0,36	m
Diamètre de la cheminée (sortie)	1,17	pi	0,36	m
Pression statique	-0,20	po H2O	-5,1	mm H2O
Eau captée dans les barboteurs	34,7	g		

CARACTERISTIQUE DES GAZ

Vitesse moyenne	149,65	pi/sec	45,61	m/sec	
Température moyenne	756	Deg F	402	Deg C	corr. à 0% O2
Débit sec et normalisé	3767	Npi3/min	6401	Nm3/h	3699 Nm3/h
Débit actuel et humide	9598	pi3/min	16308	m3/h	Calcul alimentation biogaz
Poids moléculaire Md	30,08	Ms			705 Nm3/h
Composition des gaz		sec		sec	
O2	8,8	%		corr. à 0% O2	
CO2	10,9	%			
CO	0,0557	0,0495	%	0,0963	% 0,263 g/MJ
NO2	0,0138	0,0122	%	0,0238	% 0,107 g/MJ
Hyd. Totaux (ég. CH4)	0,2667	0,2373	%	0,4614	% 0,720 g/MJ
SO2	0,0001	0,0001	%	0,0001	% 0,001 g/MJ
N2	79,92	71,12	%		
H2O calculé	11,01	%	19,04	%	
H2O mesuré	13,51	%			

DONNEES D'ECHANTILLONNAGE

Volume total échantillonné et sec	10,659	Npi3	0,302	Nm3
Durée	60,00	min		

	Concentration sur base sèche	Taux d'émission	Taux d'émission	Air ambiant Point d'impact
CO	638 mg/Nm3	4,08 kg/h	0,263 g/MJ	107 ng/m3
NO2	259 mg/Nm3	1,66 kg/h	0,107 g/MJ	43 ng/m3
Hyd. Totaux (ég. CH4)	1745 mg/Nm3	11,17 kg/h	0,719 g/MJ	293 ng/m3
SO2	2 mg/Nm3	0,01 kg/h	0,001 g/MJ	0 ng/m3

* Volume de gaz sec et normalisé (25 Deg C et 101.3 kPa)

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #3
 TYPE D'ESSAIS: M3
 DATE: 07-17-02 HEURE: 11h35
 13h10

TRAV. POINT (NO.)	TEMPS (min)	TEMP. GAZ (oF)	PRESSION		VITESSE GAZ (pi/sec)	COMPTEUR VOLUME		VOLUME ECHANT. (pi3)	COMPTEUR TEMPERA. ENTR. (oF)	SORT. (oF)	O2 (%vs)	CO2 (%vs)	CO (ppmvs)	NOX (ppmvs)	SO2 (%vs)	Hyd.totaux (ppmvh) (Equi. propane)	Hyd.totaux (ppmvs) (Equi. propane)	
			(DP) (po H2O)	(DH) (po H2O)		INITIAL (pi3)	FINAL (pi3)											
1	1	5,00	756	2,000	0,20	141,55	199,96	210,76	10,80	93	93	8,9	11,0	569	134	0,3	942	1058
	2	5,00	756	1,750	0,20	132,41				104	96	8,9	11,0	567	137	0,0	944	1061
	3	5,00	756	2,550		159,84						8,9	11,0	564	138	0,5	956	1074
	4	5,00	756	2,750		165,99						8,9	11,0	559	136	0,6	955	1073
2	1	5,00	756	2,850		168,98						8,9	11,0	558	140	0,6	965	1084
	2	5,00	756	2,700		164,47						8,9	10,8	552	125	0,7	845	949
	3	5,00	756	2,850		168,98						8,9	10,8	554	133	1,0	780	876
	4	5,00	756	0,900		94,96						8,8	10,9	556	136	1,0	807	907
		5,00										8,7	10,9	560	141	1,4	810	910
		5,00										8,8	10,9	550	139	0,7	805	905
		5,00										8,8	10,9	553	140	1,2	809	909
		5,00										8,7	10,9	552	142	1,5	826	928
		5,00										8,7	10,9	553	144	1,4	809	909
		5,00										8,7	10,9	547	141	1,2	829	932
		5,00																
	MOYENNE		756		0,2	149,65				99	95	8,8	10,9	557	138	0,9	863	970

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #4

TYPE D'ESSAIS: M4

DATE: 37454,00 HEURE: 09h50
10h50

LISTE DES PARAMETRES

Hauteur effective de la cheminée	80,0	pi	24,4	m
Hauteur de la cheminée	30,0	pi	9,1	m
Coefficient du tube de pitot	0,986	cv		
Coefficient du compteur	1,023	y		

Pression barométrique	29,60	po Hg	751,7	mm Hg
Surface du conduit	1,07	pi2	0,099	m2
Dimension du conduit	1,17	pi	0,36	m
Diamètre de la cheminée (sortie)	1,17	pi	0,36	m
Pression statique	-0,24	po H2O	-6,1	mm H2O
Eau captée dans les barboteurs	33,3	g		

CARACTERISTIQUE DES GAZ

Vitesse moyenne	138,75	pi/sec	42,29	m/sec	
Température moyenne	738	Deg F	392	Deg C	corr. à 0% O2
Débit sec et normalisé	3494	Npi3/min	5937	Nm3/h	3551 Nm3/h
Débit actuel et humide	8900	pi3/min	15120	m3/h	Calcul alimentation biogaz
Poids moléculaire	Md 30,09	28,72	Ms		674 Nm3/h
Composition des gaz	sec	humide	sec		
O2	8,4	7,4	%	corr. à 0% O2	
CO2	11,1	9,8	%		
CO	0,0621	0,0550	%	0,1038	% 0,284 g/MJ
NO2	0,0199	0,0177	%	0,0333	% 0,150 g/MJ
Hyd. Totaux (ég. CH4)	0,2458	0,2178	%	0,4110	% 0,643 g/MJ
SO2	0,00002	0,00002	%	0,00003	% 0,0002 g/MJ
N2	80,18	71,04	%		
H2O calculé	11,40	%	19,05	%	
H2O mesuré	12,62	%			

DONNEES D'ECHANTILLONNAGE

Volume total échantillonné et sec	11,071	Npi3	0,314	Nm3
Durée	60,00	min		

	Concentration sur base sèche	Taux d'émission	Taux d'émission	Air ambiant Point d'impact
CO	711 mg/Nm3	4,22 kg/h	0,284 g/MJ	123 ng/m3
NO2	375 mg/Nm3	2,23 kg/h	0,150 g/MJ	65 ng/m3
Hyd. Totaux (ég. CH4)	1608 mg/Nm3	9,55 kg/h	0,643 g/MJ	279 ng/m3
SO2	0,5 mg/Nm3	0,003 kg/h	0,0002 g/MJ	0,080 ng/m3

* Volume de gaz sec et normalisé (25 Deg C et 101.3 kPa)

LOCATION D'ECHANTILLONNAGE: MOTEUR #4
 TYPE D'ESSAIS: M4
 DATE: 07-17-02 HEURE: 09h50
 10h50

TRAV. POINT (NO.)	TEMPS (min)	TEMP. GAZ (oF)	PRESSION		VITESSE GAZ (pi/sec)	COMPTEUR VOLUME		VOLUME ECHANT. (pi3)	COMPTEUR TEMPERA.		O2 (%v)	CO2 (%v)	CO (ppmv)	NOX (ppmv)	SO2 (%v)	Hyd.totaux (ppmvh) (Equi. propane)	Hyd.totaux (ppmv) (Equi. propane)		
			(DP) (po H2O)	(DH) (po H2O)		INITIAL (pi3)	FINAL (pi3)		ENTR. (oF)	SORT. (oF)									
1	1	5,00	738	1,750	0,20	132,18	188,71	199,96	11,25	97	86	8,3	11,1	656	209	0,2	788	889	
	2	5,00	738	1,750	0,20	132,18				98	89	8,5	11,0	615	181	0,2	797	899	
	3	5,00	738	1,950		139,53						8,4	11,0	614	186	0,1	805	909	
	4	5,00	738	2,150		146,51						8,4	11,1	625	199	0,0	785	886	
2	1	5,00	738	2,100		144,80						8,4	11,1	612	191	0,2	803	906	
	2	5,00	738	2,000		141,31						8,4	11,1	619	197	0,2	770	869	
	3	5,00	738	1,750		132,18						8,4	11,1	615	199	0,0	813	918	
	4	5,00	738	2,000		141,31						8,4	11,1	609	195	0,0	786	887	
		5,00										8,4	11,1	619	201	0,2	799	902	
		5,00										8,4	11,1	620	205	0,4	783	884	
		5,00										8,4	11,1	620	206	0,4	783	884	
		5,00										8,4	11,1	619	205	0,2	795	897	
		5,00										8,4	11,2	630	216	0,2	788	889	
	MOYENNE		738		0,20	138,75					98	88	8,4	11,1	621	199	0,2	792	894

BFI - MOTEUR #04							
DATE	HEURE	O2	CO2	CO	SO2	NOX	THC (C3H8)
		nova	zrh	nova	bovar	bovar	amko
	Échelle	0-25%	0-30%	0-2000ppm	0-500ppm	0-500ppm	0-1000ppm
	Span	14,90%	10,70%	357ppm	458ppm	419ppm	99ppm
17-07-2002	09:50	8,3	11,11	656	0,2	209	788
	09:55	8,5	10,95	615	0,2	181	797
	10:00	8,4	11,02	614	0,1	186	805
	10:05	8,4	11,06	625	0,0	199	785
	10:10	8,4	11,09	612	0,2	191	803
	10:15	8,4	11,10	619	0,2	197	770
	10:20	8,4	11,11	615	0,0	199	813
	10:25	8,4	11,11	609	0,0	195	786
	10:30	8,4	11,11	619	0,2	201	799
	10:35	8,4	11,11	620	0,4	205	783
	10:40	8,4	11,14	620	0,4	206	783
	10:45	8,4	11,14	619	0,2	205	795
10:50	8,4	11,18	630	0,2	216	788	
	moyenne	8,4	11,09	621	0,2	199	792
	maximum	8,5	11,18	656	0,4	216	813
	minimum	8,3	10,95	609	0,0	181	770

BFI - MOTEUR #03								
DATE	HEURE	O2	CO2	CO	SO2	NOX	THC (C3H8)	
		nova	zrh	nova	bovar	bovar	amko	
	Échelle	0-25%	0-30%	0-2000ppm	0-500ppm	0-500ppm	0-1000ppm	
	Span	14,90%	10,70%	357ppm	458ppm	419ppm	99ppm	
17-07-2002	11:35	8,9	10,97	569	0,3	134	942	
	11:40	8,9	10,97	567	0,0	137	944	
	11:45	8,9	11,00	564	0,5	138	956	
	11:50	8,9	10,99	559	0,6	136	955	
	11:55	8,9	10,97	558	0,6	140	965	
	12:30	8,9	10,82	552	0,7	125	845	
	12:35	8,9	10,84	554	1,0	133	780	
	12:40	8,8	10,87	556	1,0	136	807	
	12:45	8,7	10,93	560	1,4	141	810	
	12:50	8,8	10,91	550	0,7	139	805	
	12:55	8,8	10,91	553	1,2	140	809	
	13:00	8,7	10,91	552	1,5	142	826	
	13:05	8,7	10,92	553	1,4	144	809	
	13:10	8,7	10,91	547	1,2	141	829	
		moyenne	8,8	10,92	557	0,9	138	863
		maximum	8,9	11,00	569	1,5	144	965
	minimum	8,7	10,82	547	0,0	125	780	

BFI - MOTEUR #02							
DATE	HEURE	O2	CO2	CO	SO2	NOX	THC (C3H8)
		nova	zrh	nova	bovar	bovar	amko
	Échelle	0-25%	0-30%	0-2000ppm	0-500ppm	0-500ppm	0-1000ppm
	Span	14,90%	10,70%	357ppm	458ppm	419ppm	99ppm
17-07-2002	13:20	9,4	10,43	493	1,5	92,8	990
	13:25	9,4	10,43	493	1,7	90,7	1020
	13:30	9,4	10,42	492	1,7	89,5	1020
	13:35	9,4	10,42	491	2,1	89,7	1010
	13:40	9,4	10,41	492	2,3	90,3	1010
	13:45	9,4	10,40	491	2,0	90,1	1042
	13:50	9,4	10,40	491	2,2	90,8	1048
	13:55	9,3	10,41	492	2,2	91,4	1060
	14:00	9,4	10,40	491	2,1	87,7	1054
	14:05	9,4	10,42	494	1,6	85,3	1040
	14:10	9,3	10,41	491	2,2	87,0	1040
	14:15	9,4	10,41	492	2,7	87,6	1060
	14:20	9,4	10,40	493	2,3	85,8	1100
	moyenne	9,4	10,41	492	2,0	89,1	1038
	maximum	9,4	10,43	494	2,7	92,8	1100
	minimum	9,3	10,40	491	1,5	85,3	990

BFI - MOTEUR #01							
DATE	HEURE	O2	CO2	CO	SO2	NOX	THC (C3H8)
		nova	zrh	nova	bovar	bovar	amko
	Échelle	0-25%	0-30%	0-2000ppm	0-500ppm	0-500ppm	0-1000ppm
	Span	14,90%	10,70%	357ppm	458ppm	419ppm	99ppm
17-07-2002	14:50	9,2	10,59	528	1,9	103	1023
	14:55	9,2	10,61	526	1,9	104	1020
	15:00	9,2	10,61	524	2,0	104	1015
	15:05	9,2	10,64	522	2,4	104	1003
	15:10	9,2	10,81	523	2,5	104	1056
	15:15	9,2	10,84	523	2,1	105	1016
	15:20	9,2	10,79	521	2,2	105	953
	15:25	9,2	10,77	522	2,0	107	1050
	15:30	9,2	10,70	521	2,6	106	1019
	15:35	9,2	10,71	522	2,4	110	991
	15:40	9,2	10,69	521	2,6	108	937
	15:45	9,2	10,69	521	2,6	110	913
	15:50	9,2	10,71	520	3,0	109	953
	moyenne	9,2	10,70	523	2,3	106	996
	maximum	9,2	10,84	528	3,0	110	1056
	minimum	9,2	10,59	520	1,9	103	913