

Rapport d'essais Contrôle réglementaire

N°B47136671501R002

Référence
client



Installations de combustion de type chaudière de 2 à 20 MW - Mesures de rejets à l'émission dans l'atmosphère.

Entreprise

BONILAIT PROTEINES
5 ROUTE SAINT-GEORGES
B.P. 80002
86361 CHASSENEUIL POITOU
CEDEX

Chaudière STEIN

Adresse
de
facturation

BONILAIT PROTEINES
5 ROUTE SAINT-GEORGES
B.P. 80002
86361 CHASSENEUIL POITOU
CEDEX

Lieu de
vérification

BONILAIT PROTEINES
5 ROUTE SAINT-GEORGES
B.P. 80002
86361 CHASSENEUIL POITOU CEDEX

Périodicité

Dates de
vérification

13/11/2015

Représentant de
l'entreprise

Mme ROUSSEAU.M

Intervenant(s)
DEKRA

JOURDAIN OLIVIER

Pièces jointes

Nom, qualité et
visa du
signataire

JOURDAIN OLIVIER
Technicien environnement

Date du rapport | 01/12/2015

Reproduction partielle interdite
sans accord écrit de
DEKRA

Seules certaines prestations rapportées
dans ce document sont couvertes par
l'accréditation. Elles sont identifiées par
le symbole *



ACT MESURES OUEST
ZIL Rue de la Maison Neuve
CS70413
44819 ST HERBLAIN CEDEX
Tél. : 02.28.03.29.04 - Fax :
02.28.03.18.96
SIRET : 43325083400465

Sommaire

1. OBJET DES MESURES.....	3
2. SYNTHESE DES RESULTATS	4
2.1. CHAUDIERE STEIN	4
2.2. COMMENTAIRES GENERAUX.....	5
3. SYNTHESE DES ECARTS EVENTUELS ET IMPACT SUR LES RESULTATS	6
3.1. CHAUDIERE STEIN	6
4. DESCRIPTION DES METHODES DE MESURAGE (ET ANALYSES)	7
5. DETAILS DES RESULTATS	7
5.1. CHAUDIERE STEIN	8
5.1.1. Caractéristiques de l'installation	8
5.1.2. Détails des calculs et mesures	10
□ SERIE 1	10
Débit	10
Polluants gazeux – Mesures automatiques	13
6. ANNEXES	15

En annexe se trouve un glossaire des termes utilisés dans ce rapport d'essais.



1. OBJET DES MESURES

Les mesures des effluents gazeux ont été réalisées dans le cadre d'une vérification réglementaire

A ce titre, les valeurs limites applicables aux installations contrôlées sont définies ainsi :

Installations contrôlées	Références réglementaires
Chaudière STEIN	A.25/07/97 Inst. de combustion 2 à 20 MW

De plus, les mesures ont été réalisées conformément aux exigences de **l'Arrêté du 11 mars 2010**, portant modalités d'agrément des laboratoires ou des organismes pour certains types de prélèvements et d'analyses à l'émission des substances dans l'atmosphère.

Le nombre d'essais réalisés par paramètre et les dérogations éventuelles sont indiqués au paragraphe 3.

Le pôle Mesure de DEKRA Industrial, en charge de ces contrôles est un organisme agréé par le ministère chargé des installations classées par arrêté du 28 mai 2015 paru au JO du 27 juin 2015.

- Agréments n° 1a, 1b, 2, 3a, 4a, 5a, 6a, 7, 9a, 10a, 11, 12, 13, 14, 15, 16a pour les unités techniques de Trappes, Metz, Lyon, Marseille, Toulouse, Saint Herblain et Lesquin.

2. SYNTHESE DES RESULTATS

Les détails des mesures (résultats par congénères le cas échéant, incertitude de mesure) sont donnés au paragraphe 5.

- Les concentrations sont données conformément aux prescriptions des arrêtés de référence sur gaz sec ou sur gaz humides, à la teneur en oxygène de référence le cas échéant et aux conditions normales de température et de pression ($1,013.10^5$ Pa et 273 K) (m_0^3).

Les éventuelles prestations d'analyses sous agrément et/ou sous accréditation sont réalisées par des laboratoires ayant les reconnaissances requises. Les résultats d'analyses sont joints en fin de rapport.

2.1. Chaudière STEIN

- SERIE 1**

Substances déterminées

O₂*, NO, NO_x*, NO₂

Conditions de fonctionnement de l'installation et mesurages périphériques

Teneur en oxygène de référence (O ₂ ref de l'installation en %)	3,0
Température moyenne des gaz (°C)	116
Débit des gaz secs, aux CNTP (m ³ ₀ /h)	2387
Conditions de fonctionnement de l'installation durant les mesures	Débit caloporteur : 2700 Température vapeur : 101 Pression (bar) : 15,5

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
Teneur en vapeur d'eau (% volume)	16,6	16,6	16,6	16,6
Vitesse des gaz (m/s) (dans la section de mesure)	5,8	5,6	5,7	5,7
Date essai	13/11/2015	13/11/2015	13/11/2015	/
Durée essai (mn)	30	30	30	/

Résultats des mesurages – Méthodes automatiques

O₂*

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	VLE
Concentration sur gaz sec Unité concentration normalisée	2,8 %	2,7 %	2,7 %	2,7 %	/

NO

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	VLE
Concentration sur gaz sec à O ₂ ref Unité concentration normalisée	61,2 mg/m ³ ₀ eq. NO	62,8 mg/m ³ ₀ eq. NO	63,9 mg/m ³ ₀ eq. NO	62,6 mg/m ³ ₀ eq. NO	/
Flux horaire Unité flux horaire	151 g/h	149 g/h	156 g/h	152 g/h	/

NO_x*

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	VLE
Concentration sur gaz sec à O ₂ ref Unité concentration normalisée	100 mg/m ³ ₀ eq. NO ₂	104 mg/m ³ ₀ eq. NO ₂	106 mg/m ³ ₀ eq. NO ₂	103 mg/m ³ ₀ eq. NO ₂	150
Flux horaire Unité flux horaire	247 g/h	247 g/h	258 g/h	251 g/h	/



NO2

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	VLE
Concentration sur gaz sec à O2 ref <i>Unité concentration normalisée</i>	6,3 <i>mg/m³0 eq. NO2</i>	6,3 <i>mg/m³0 eq. NO2</i>	6,3 <i>mg/m³0 eq. NO2</i>	6,3 <i>mg/m³0 eq. NO2</i>	/
Flux horaire <i>Unité flux horaire</i>	15,5 <i>g/h</i>	15,5 <i>g/h</i>	15,5 <i>g/h</i>	15,5 <i>g/h</i>	/

2.2. Commentaires généraux

Installation	Commentaire / Conclusion
Chaudière STEIN	La concentration en NOx est inférieure à la valeur limite fixée par l'arrêté.



3. SYNTHESE DES ECARTS EVENTUELS ET IMPACT SUR LES RESULTATS

En cas d'écarts aux normes, l'estimation des incertitudes des résultats peut être sous-évaluée.

Dérogations admises réglementairement par l'A. 11/03/2010 :

- ❖ Un seul essai a pu être réalisé pour les polluants mesurés par méthodes manuelles, pour lesquels les teneurs attendues étaient inférieures à 20% de la VLE dans le rapport réglementaire précédent.
- ❖ Un seul essai peut être réalisé pour les mesures de dioxines / furannes
- ❖ Si les teneurs en vapeur d'eau ou en particules sont telles qu'elles conduisent à une impossibilité de réaliser un prélèvement d'une heure (condensation, colmatage rapide), la durée a pu être réduite.
- ❖ Pour les installations fonctionnant à différents régimes ou allures, ou fonctionnement sous forme de cycle (par batch), le nombre de phases, d'allures ou de cycles à caractériser, le nombre et la durée des prélèvements, sont définis par l'exploitant de l'installation en accord avec l'inspection des installations classées

3.1. Chaudière STEIN

ECARTS PAR RAPPORT A LA REGLEMENTATION

Aucun

ECARTS PAR RAPPORT A LA NORME (SECTION DE MESURAGE – METHODOLOGIE DE MESURE)

Aucun

- La section de mesurage est conforme aux prescriptions normatives.
- La mise en œuvre des méthodes de mesurages est conforme aux normes de référence

ECARTS PAR RAPPORT AU CONTRAT

Aucun, le contrat a été réalisé dans son intégralité



4. DESCRIPTION DES METHODES DE MESURAGE (ET ANALYSES)

Pour la description détaillée des méthodologies, se reporter en annexe.

INCERTITUDES DE MESURAGE

Toute mesure est affectée par un certain nombre d'incertitudes. Nos résultats de mesures sont ainsi donnés avec une incertitude élargie associée à chaque mesure. (Facteur d'élargissement $k=2$, correspondant à un intervalle de confiance de 95%). Ces incertitudes sont présentées dans les détails des calculs et mesure de chaque installation.

Les incertitudes sont estimées dans le cas d'un respect total des conditions requises par les normes mises en œuvre. Dans le cas d'écart aux normes l'estimation des incertitudes peut être sous-évaluée.

DEBIT – VITESSE – TENEUR EN EAU

Mesure de	Norme de référence / Méthode
Débit * - vitesse	ISO 10 780 (11-1994) – « Mesurage de la vitesse et du débit-volume des courants gazeux dans des conduites ».
Teneur en eau	Par mesure de la température sèche et humide ou par calcul à partir des combustibles utilisés

METHODES AUTOMATIQUES

Mesure de	Norme de référence / Méthode
O ₂ *, CO*, NO _x *	ASTM D 6522 (2000-2005) « Détermination d'oxydes d'azote, monoxyde de carbone et d'oxygène - Émissions de gaz naturel des moteurs, chaudières et appareils de chauffage ».
CO ₂	Non mesuré si air ambiant, sinon calculée à partir des combustibles utilisés.

Dans tous les cas, lorsque les concentrations mesurées sont rapportées à une concentration en oxygène de référence, la teneur en O₂ correspondante est mesurée sur toute la durée du prélèvement.

5. DETAILS DES RESULTATS



5.1. Chaudière STEIN

5.1.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

Type d'installation :	Chaudière - Vapeur
Date de mise en service :	2012
Type / Nature de combustible :	Combustible gazeux Gaz naturel
Description du process :	Fabricant Chaudière : STEIN Type Chaudière : 5095 5000 N° Fabrication : E4764 Date de Fabrication : 2012 Puissance nominale de la chaudière : 3480 kW Fabricant Brûleur : WEISHAAPT Type Brûleur : WM-G30/3-A N° Fabrication : 40140801 Date de fabrication : 2012 Puissance nominale du brûleur : 5400 kW Chaudière à tubes de fumées
Puissance totale installation de combustion (MW) :	3,5
Type de procédé :	Continu

L'emplacement des sections de mesures, les orifices de prélèvement et les plates-formes d'accès doivent être conçus conformément aux prescriptions de la norme NF EN 15259. La qualité des résultats de mesures dépend de la bonne implantation et de l'équipement convenable de ces sections de mesure.

• CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU CONDUIT CONTRÔLE

Forme et orientation du conduit :	Circulaire et Verticale
Diamètre intérieur (m) :	0,5
Diamètre hydraulique $D_H = 4 \times \frac{\text{section}}{\text{périmètre}}$ (m) :	0,50
Hauteur totale approximative de la cheminée (m) :	20,0
Conditions d'accès :	Crinoline, Escabeau
Sécurisation du site de mesurage :	OUI
Plateforme adaptée pour la mesure (dimensions et capacité portante) :	OUI



• **EMPLACEMENT DE LA SECTION DE MESURE**

Distance en amont de la section sans accident* (m) : 5,0
 Distance amont suffisante ($> 5 \times D_H$) : OUI
 Distance en aval de la section sans accident* (m) : 10,0
 Element perturbateur en aval : Débouché à l'air libre
 Distance aval suffisante ?
 (Cas d'un obstacle de faible influence $\Rightarrow d_{aval} \geq 2 D_H$) : OUI
 Protection contre les intempéries : NON

* est considéré comme accident toute perturbation dans l'écoulement (coude, ventilateur, débouché à l'air libre...)

• **ORIFICES ET POINTS DE PRELEVEMENT DE LA SECTION DE MESURE**

Type d'orifice : Trou perceuse
 Orifices permettant une mesure correcte : Oui

	Conditions normalisées	Conditions réelles
Nombre de points de scrutation pour la mesure de débit selon ISO 10780	4	4
Nombre d'axes de scrutation Selon NF EN 13284-1 (composés particuliers)	2	2

Commentaires :

• **HOMOGÉNÉITE DE LA SECTION DE MESURE
(POUR COMPOSES GAZEUX)**

Détermination de l'homogénéité : Homogénéité supposée acquise
 Effluents issus d'un seul émetteur sans entrée d'air



POLLUANTS GAZEUX – MESURES AUTOMATIQUES

Périodes supprimées : aucune

Résultats des mesures :

**Ajustage et vérification des analyseurs -
Correction des dérives**

Nom installation : Chaudière STEIN
Date de mesure : 13/11/2015
Intervenants OJ

Substances	O ₂	NO
unité des gaz mesurés	%	ppm
Valeur pleine échelle	21	100
Nature du gaz étalon	Air ambiant	CO - NO dans azote
T = Teneur de ce gaz étalon	21,00	89,30
Gaz de zéro utilisé	Azote Alphagaz1 (pureté>99,999%)	Azote Alphagaz1 (pureté>99,999%)
0 = Teneur de ce gaz zéro	0	0
AJUSTAGE EN TETE DE LIGNE		
h _{calis} = Début ajustage étalon	13/11/2015 8:54	13/11/2015 9:03
C = valeur ajustage sensibilités	21,00	89,30
h _{cal0} = Verif ajustage zéro	13/11/2015 9:10	13/11/2015 9:10
Z = valeur ajustage zéro	0,00	0,50
VALIDATION DES MESURES - VERIFICATION POST PRELEVEMENT		
h _{vers} = Fin vérification étalon	13/11/2015 11:44	13/11/2015 11:55
C' = Valeur vérification sensibilités	21,00	92,30
h _{ver0} = Fin vérification zéro	13/11/2015 12:00	13/11/2015 12:00
Z' = Valeur vérification zéro	0,00	4,70
La dérive est de :	0,00%	-3,42%
Correction due à la dérive (¹ voir calculs ci-dessous)	Pondération	Pondération
Facteur humidité résiduelle	1,01	1,01

¹ Correction des données en cas de dérive (la dérive est supposée proportionnelle au temps)

Coefficient d'ajustage des sensibilités $aju_{s1} = (T-0) / (C-Z)$	1,0000	1,0056
Coefficient verification sensibilités $aju_{s2} = (T-0) / (C'-Z')$	1,0000	1,0194
Dérive / minute des sensibilités $der_s = (aju_{s2} -aju_{s1}) / (h_{vers} - h_{calis})$	0,000000	0,000080
Coefficient d'ajustage du zéro $aju_{01} =aju_{s1} \times (-Z)$	0,0000	-0,5028
Coefficient de verification du zéro $aju_{02} =aju_{s2} \times (-Z')$	0,0000	-4,7912
Dérive / minute du zéro $der_0 = (aju_{02} -aju_{01}) / (h_{ver0} - h_{cal0})$	0,000000	-0,025226
Chaque valeur instantanée mesurée est ensuite corrigée de la manière suivante :		
$conc_{corr} = conc_{lue} \times (aju_{s1} + der_s \times tps) + (aju_{01} + der_0 \times tps)$		



Détails des résultats des polluants gazeux par analyseur

Nom installation :
Chaudière STEIN
Date de mesure :
13/11/2015
Intervenants
OJ

		O ₂	NO	NO ₂	NO & NO ₂ = NO _x
Prélèvement 1 09:15 - 09:45 30 minutes	RESULTATS BRUTS (corrigés des dérives éventuelles)				
	unités	%	ppm	ppm	
	Minimum Valeurs réelles	2,63	44,69	0,50	
	Maximum Valeurs réelles	3,03	47,58	3,84	
	Moyenne Valeurs réelles	2,8 ± 0,7	46,4 ± 2,9	3,1 ± 0,5	
	CONCENTRATIONS (aux conditions normalisées)				
	unités	g/Nm ³	mg/Nm ³ eq. NO	mg/Nm ³ eq. NO ₂	mg/Nm ³ eq. NO ₂
	Moyenne sur gaz secs	39,3 ± 8,8	62,1 ± 3,9	6,4 ± 1,0	101,6 ± 6,1
	Correction sur secs à 3 % d'O ₂		61,2 ± 4,4	6,3 ± 1,0	100,2 ± 6,9
	FLUX Débit retenu pour le calcul des flux : 2432 Nm ³ /h				
unité des resultats	kg/h	g/h	g/h	g/h	
Flux horaire	95,7 ± 25,0	151,0 ± 23,0	15,5 ± 4,0	247,0 ± 35,5	
Prélèvement 2 09:45 - 10:15 30 minutes	RESULTATS BRUTS (corrigés des dérives éventuelles)				
	unités	%	ppm	ppm	
	Minimum Valeurs réelles	2,63	46,76	3,23	
	Maximum Valeurs réelles	2,83	48,63	4,14	
	Moyenne Valeurs réelles	2,7 ± 0,7	47,7 ± 3,0	3,9 ± 0,5	
	CONCENTRATIONS (aux conditions normalisées)				
	unités	g/Nm ³	mg/Nm ³ eq. NO	mg/Nm ³ eq. NO ₂	mg/Nm ³ eq. NO ₂
	Moyenne sur gaz secs	38,6 ± 8,8	63,8 ± 3,9	8,0 ± 1,0	105,8 ± 6,1
	Correction sur secs à 3 % d'O ₂		62,8 ± 4,4	7,9 ± 1,0	104,1 ± 6,9
	FLUX Débit retenu pour le calcul des flux : 2333 Nm ³ /h				
unité des resultats	kg/h	g/h	g/h	g/h	
Flux horaire	90,1 ± 25,0	148,8 ± 24,0	18,7 ± 4,0	246,9 ± 37,1	
Prélèvement 3 10:15 - 10:45 30 minutes	RESULTATS BRUTS (corrigés des dérives éventuelles)				
	unités	%	ppm	ppm	
	Minimum Valeurs réelles	2,52	47,53	3,53	
	Maximum Valeurs réelles	2,83	49,39	4,14	
	Moyenne Valeurs réelles	2,7 ± 0,7	48,6 ± 3,0	3,9 ± 0,5	
	CONCENTRATIONS (aux conditions normalisées)				
	unités	g/Nm ³	mg/Nm ³ eq. NO	mg/Nm ³ eq. NO ₂	mg/Nm ³ eq. NO ₂
	Moyenne sur gaz secs	38,6 ± 8,8	65,0 ± 4,0	7,9 ± 1,0	107,6 ± 6,3
	Correction sur secs à 3 % d'O ₂		63,9 ± 4,5	7,8 ± 1,0	105,8 ± 7,0
	FLUX Débit retenu pour le calcul des flux : 2401 Nm ³ /h				
unité des resultats	kg/h	g/h	g/h	g/h	
Flux horaire	92,6 ± 25,0	156,0 ± 24,0	19,1 ± 4,0	258,3 ± 37,1	
MOYENNES DES PRELEVEMENTS	CONCENTRATIONS				
	unités	%	mg/Nm ³ eq. NO	mg/Nm ³ eq. NO ₂	mg/Nm ³ eq. NO ₂
	Moyenne sur gaz secs	2,7 ± 0,4	63,6 ± 2,3	7,4 ± 0,6	105,0 ± 3,6
	Correction sur secs à 3 % d'O ₂		62,6 ± 2,6	7,3 ± 0,6	103,4 ± 4,0
	FLUX				
unité des resultats	kg/h	g/h	g/h	g/h	
Flux horaire	92,8 ± 14,4	151,9 ± 13,7	17,8 ± 2,3	250,7 ± 21,1	



6. ANNEXES

Les annexes font partie intégrante du rapport d'essais.

Annexe 1 – Glossaire

Conditions normales de température et de pression (CNTP) :

Valeurs de référence, exprimées sur gaz sec à une pression de 101.325 kPa, arrondis à 101.3 kPa et à une température de 273.15 K, arrondis à 273 K.

La notation utilisée pour les volumes de gaz normalisés est le Nm³ (normaux mètre cube) ou le m³₀, en fonction des littératures.

Blanc de site / Blanc de prélèvement :

Valeur déterminée pour un mode opératoire spécifique utilisé pour garantir qu'aucune contamination significative ne s'est produite pendant l'ensemble des étapes de mesurage et pour contrôler que l'on peut atteindre un niveau de quantification adapté au mesurage.

Limite de détection (LD) :

Valeur de concentration du mesurande au dessous de laquelle le niveau de confiance, selon lequel la valeur mesurée correspondant à un échantillon où le mesurande est absent, est au moins de 95%.

Limite de quantification (LQ) :

Valeur de concentration minimale pour laquelle la concentration du mesurande peut être déterminée avec un niveau de confiance de 95%

Incertitude :

Paramètre associé au résultat d'un mesurage et qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande.

Incertitude élargie :

Grandeur définissant un intervalle de confiance, autour du résultat d'un mesurage, dont on puisse s'attendre à ce qu'il comprenne une fraction spécifique de la distribution des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuée au mesurande. L'incertitude élargie est calculée avec un facteur d'élargissement k=2 et un niveau de confiance de 95%.



Annexe 2 : Formules usuelles de calcul

 CNTP : $T_0 = 273.15 \text{ K}$ $P_0 = 1013.25 \text{ hPa}$

Débit volumique sur gaz secs aux CNTP

$$Q_{v,0s} = Q_{v,h} \times \frac{P_c}{1013.25} \times \frac{273}{T_c} \times \frac{100 - H_2O}{100}$$

- $Q_{v,0s}$ Débit volumique sur gaz secs aux CNTP (m^3/h)
- $Q_{v,h}$ Débit volumique sur gaz humide, aux conditions de T° et P° du conduit (m^3/h)
- P_c Pression absolue dans le conduit (*mbar*)
- T_c Température des gaz dans le conduit (*K*)
- H_2O Teneur en eau dans le conduit (*% vol*)

Volume de gaz prélevé aux CNTP : V_{0s}

$$V_{0s} = V_s \times \frac{P_{atm}}{P_0} \times \frac{T_0}{T_d}$$

- V_{0s} Volume de gaz sec aux CNTP (m^3)
- V_s Volume de gaz sec prélevé aux CNTP
- T_d Température moyenne mesurée au niveau du compteur
- P_{atm} Pression absolue au compteur considérée égale à la pression atmosphérique (pression relative au niveau du compteur négligeable par rapport à la pression atmosphérique)

Equation de base du calcul de la concentration en polluants (méthodes manuelles)

$$C_{t,0s} = C_{g,0s} + C_{p,0s} = \frac{m_{X,g}}{V_{gx,0s}} + \frac{m_{X,p}}{V_{p,0s}}$$

- $C_{t,0s}$ Concentration totale du composé dans l'effluent aux CNTP sur gaz sec (mg/m^3)
- $C_{g,0s}$ Concentration de la fraction gazeuse du composé dans l'effluent aux CNTP sur gaz sec (mg/m^3)
- $C_{p,0s}$ Concentration de la fraction particulaire du composé dans l'effluent aux CNTP sur gaz sec (mg/m^3)
- $m_{X,g}$ Masse totale de composé piégé sous forme gazeuse (*mg*)
- $m_{X,p}$ Masse totale de composé piégé sous forme particulaire sur le filtre (*mg*)
- $V_{gx,0s}$ Volume de gaz sec prélevé sur la ligne secondaire où le composé est piégé sous sa forme gazeuse aux CNTP (m^3)
- $V_{p,0s}$ Volume de gaz sec total prélevé aux CNTP (m^3). Ce volume est égal à la somme des volumes de gaz prélevés sur la ligne principale et sur les différentes lignes secondaires.

NOTA : Pour les prélèvements sans lignes secondaires en dérivation, $V_{gx,0s} = V_{p,0s}$

Calcul d'une incertitude moyenne, à partir de plusieurs essais

$$u_{MOYENNE}^2 = \frac{1}{n^2} \times \sum_{i=1}^n u_i^2 \quad \xrightarrow{\text{d'où}} \quad u_{MOYENNE} = \frac{1}{n} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2}$$

- u Incertitude de mesure
- n Nombre de mesures



Conversion de la concentration mesurée à une teneur de référence en oxygène

$$C_{vol,O2ref} = C_{vol} \times \frac{20,9 - O_{2,ref}}{20,9 - O_2}$$

- $C_{vol,O2ref}$ Concentration du composé aux CNTP sur gaz sec, à la concentration en oxygène de référence (mg/m^3_0)
- C_{vol} Concentration du composé aux CNTP sur gaz sec (mg/m^3_0)
- $O_{2,ref}$ Concentration en oxygène de référence (% volumique)
- O_2 Concentration en oxygène dans le conduit (% volumique sur gaz secs)

Conversion de la concentration mesurée sur gaz humides (COVT par exemple) à une teneur sur gaz secs

$$C_{sec} = C_{hum} \times \frac{100}{100 - H_2O}$$

- C_{sec} Concentration du composé aux CNTP sur gaz sec (mg/m^3_0)
- C_{vol} Concentration du composé aux CNTP sur gaz humide (mg/m^3_0)
- H_2O Teneur en eau dans le conduit (% vol)

Mesures automatiques par analyseurs

Passage des ppm en mg/m^3_0 :

$$\text{Valeur mesurée en ppm} \times \frac{\text{Masse molaire du polluant}}{22.4} = mg/m^3_0$$

Passage des ppm de C_3H_8 en mg de CH_4 :

$$ppm_{C_3H_8} \times \frac{16 (\text{masse molaire } CH_4)}{22.4} \times 3 = mg_{CH_4} / m^3_0$$

Passage des ppm de C_3H_8 en mg de C :

$$ppm_{C_3H_8} \times \frac{12 (\text{masse molaire C})}{22.4} \times 3 = mg_C / m^3_0$$



Annexe 3 : Détails des méthodologies de mesures

MESURE DE DEBIT - ISO 10-780

La méthode repose sur l'exploration du profil des pressions différentielles dans le conduit sur un ensemble de points quadrillant la section de prélèvement, à l'aide d'un tube de PITOT normalisé, relié à un micro manomètre électronique. La vitesse en chaque point est ainsi déterminée, et le débit est calculé à partir de la vitesse moyenne et de l'aire de la section transversale.

TENEUR EN EAU - NF EN 14790

Méthode par condensation et/ou adsorption : Un échantillon de gaz est prélevé dans le flux de gaz à travers une unité de piégeage. La masse d'eau ainsi récupérée est quantifiée par pesée. La teneur en eau du conduit est ensuite déterminée par calcul.

Dans le cas d'un conduit saturé en eau, la teneur est déterminée à partir de la mesure de la température du conduit et d'une table des concentrations en vapeur d'eau des gaz saturés.

METHODES AUTOMATIQUES

Un échantillon de gaz est continuellement extrait de l'effluent gazeux, à l'aide d'une sonde et d'une ligne de prélèvement téflon chauffée de façon à éviter toute condensation de l'échantillon dans la ligne.

Un filtre élimine la poussière et la vapeur d'eau présente dans l'échantillon est éliminée à l'aide d'un système de refroidissement ou d'une sonde à perméation juste avant d'entrer dans l'analyseur.

Dans le cas de mesures électrochimiques, un piège à interférent en amont de la cellule NO, permet l'élimination du SO₂.

Les signaux sont traités et enregistrés par un système d'acquisition en continu.

L'étalonnage est effectué grâce à des bouteilles étalons certifiées (*Précision 2% pour les gaz et étalon et qualité 5.0 pour l'azote*), aux teneurs adaptées aux conditions de l'installation à contrôler.

Un ajustage est effectué avant chaque série de mesure. Des vérifications en tête de ligne, et en entrée analyseur permettent d'écarter les fuites sur les équipements. En fin de mesures, les dérives sont vérifiées par passage des gaz certifiés, et les résultats sont corrigés de cette éventuelle dérive.

METHODES MANUELLES PAR FILTRATION ET/OU ABSORPTION

La méthode repose sur l'extraction (isocinétique en cas de présence de vésicules ou de détermination d'une phase particulière) d'un échantillon représentatif de l'effluent gazeux.

La fraction particulaire présente dans le gaz est recueillie sur un filtre en fibres de quartz placé à l'extérieur ou à l'intérieur du conduit. A l'issue du prélèvement, ce filtre est pesé pour la détermination des poussières (différence entre la pesée finale et la pesée initiale des filtres, après passage à l'étuve et séchage) et/ou est envoyé à un laboratoire externe pour mise en solution et analyse des éléments recherchés. Les extraits secs issus du rinçage des éléments en amont du filtre sont également pesés et/ou analysés et sont comptabilisés dans la quantification de la phase particulaire.

Après le filtre, l'échantillon gazeux traverse une série de flacons laveurs placés en dérivation de la ligne principale, et contenant des solutions d'absorption appropriées aux polluants à mesurer. La phase gazeuse des polluants est absorbée dans ces solutions qui sont par la suite transmises à un laboratoire externe pour analyses.

Les volumes prélevés sur chaque ligne de prélèvement sont déterminés au moyen d'un compteur à gaz sec étalonné.

Les concentrations particulières et gazeuses ainsi fournies correspondent à une répartition à la température de filtration et non à la situation physique réelle dans le conduit.

METHODES MANUELLES PAR FILTRATION ET/OU ADSORPTION

La méthode utilisée est la méthode à filtre et à condenseur, sans division de débit. L'échantillon est prélevé de manière isocinétique, à travers une buse et une canne en verre ou en titane

La fraction particulaire est prélevée sur un filtre plan en fibres de verre ou de quartz, placé à l'extérieur du conduit. La fraction gazeuse, est refroidie par passage dans un condenseur, et est piégée par adsorption sur une résine XAD2. Le volume prélevé est déterminé au moyen d'un compteur à gaz sec.

Le filtre, les condensats, la résine et le rinçage des éléments en amont du filtre sont ensuite transmis à un laboratoire externe pour extraction, détermination et quantification des éléments recherchés.

