



Protocoles et spécifications de rendement

pour la surveillance continue des émissions gazeuses
des centrales thermiques et d'autres sources.



N° de cat. : En83-2/1-7-2023F-PDF
ISBN : 978-0-660-48351-1
EC32102

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
Édifice Place Vincent Massey
351 boul. Saint-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Ligne sans frais : 1-800-668-6767
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca

Photo page couverture : © Environnement et Changement climatique Canada

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par
le ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2023

Also available in English

Résumé

Le présent document décrit les règles et spécifications s'appliquant à la conception, à l'installation, à l'homologation et au fonctionnement des systèmes de mesure et d'enregistrement en continu des émissions (SMECE) qui servent à mesurer les rejets gazeux de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote et de dioxydes de carbone des centrales thermiques et d'autres sources. Les procédures servant aux essais d'homologation de chaque système SMECE installé sont également présentées. Le présent document décrit aussi les procédures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité (AQ/CQ), dont celles qui forment le contenu du manuel d'AQ/CQ particulier à chaque installation, qui doivent être élaborées par l'opérateur de chaque système SMECE installé et approuvé par l'autorité compétente appropriée.

REMERCIEMENTS

Ce document d'orientation s'appuie sur les versions ultérieures de 1993 et 2005 de l'ESP 1/PG/7.

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) reconnaît la contribution des personnes suivantes en cours de route :

George Marson, anciennement à Environnement et Changement climatique Canada

David Law, Air Testing Services

Peter Pakalnis, Montrose Environmental

Kirk Easto, RWDI

James Jahnke, Source Technology Associates

Geoff Ross et Lorie Cummings, ECCC.

Les organisations qui ont contribué en fournissant des commentaires sur l'examen et, ce faisant, en renforçant ce document historique d'importance nationale :

Alberta Environment and Protected Areas (représenté par Crystal Parrell)

Association of Independent Power Producers of Ontario (Jim Mulvale)

ATCO Electric Limited (Ryan Hunting)

BBP (Kevin Bruce)

Cement Association of Canada (Tracey Canney)

Canadian Gas Association (Christine Cinnamon)

Canadian Boiler Society (David Duthie)

Canadian Petroleum Products Institute (Adolfo Silva)

Capital Power (Phil Friesen)

Cement Association of Canada (George Venta)

Cancoppas Limited (Jake Alaica)

Cement Quebec Incorporated (Marc Brousseau)

CEMSI (Gary Saunders)

CISCO (Walt Bastron)

DOMINION USA (Sean Warden)

DURAG (Luc Sevrette)

Electricity Canada (Shahrzad Simab)

Invenergy (Paul McCardy)

Lafarge (Stephanie VOYSEY)

Lehigh (Eileen Jang)

Limesoft (Serge Bays)

Goreway (Jolie Phillips)

Government of Saskatchewan (Jenna Doyko)

New Brunswick Power (Anthony Bielecki)

Northland Power (Claire Houghton)

Nova Scotia Environment (Sharon Vervaet)

Nova Scotia Power (Debra McLellan, Cameron Moffatt, Heather Holland)

NOVATECH (JC Arenes)

Ontario Power Generation (David Ebsary, Bruce Dang)

Ontario Ministry of the Environment (Stephanie Millson, Lisa Minotti et Denis Maftai)

Ontario Ministry of the Environment (John Hutchison)

Ortech (Tina Sanderson)

Saskatchewan EPB (Michael Holm)

SICK Sensor Intelligence (Jason Loraway)

SNC LAVALIN (François Thibodeau)

Sparton (David Spencer)

US EPA (Steffan Johnson)

WSP (Dave Hofbauer)

Table des matières

REMERCIEMENTS	ii
Section 1.0 Introduction	5
Section 2.0 Résumé des spécifications et des procédures	6
Section 3.0 Spécifications de conception et procédures d'essai	7
3.1 Spécifications applicables au sous-système de conditionnement/interface de l'échantillon	7
3.1.1 Emplacement du point d'injection des gaz d'étalonnage	7
3.2 Spécifications applicables au sous-système de l'analyseur de gaz	7
3.2.1 Plage d'utilisation	7
3.2.2 Effets d'interférence	8
3.2.3 Dériver de la réponse dues à la température	8
3.2.4 Convertisseurs de NO _x	8
3.2.5 SMECE à spectromètre ITF extractif	8
3.3 Spécifications applicables au sous-système débitmètre	11
3.3.1 Plage d'utilisation	11
3.4 Spécifications applicables au système de collecte et de gestion des données (SCGD)	11
3.4.1 Substitution de valeurs aux données manquantes	12
3.5 Systèmes à temps partagé	13
3.6 Procédures d'essai pour la vérification du respect des spécifications de conception	14
3.6.1 Dériver du zéro et de l'échelle de l'analyseur causées par sa variation de température	14
3.6.2. Certificat de conformité du fabricant	15
Section 4.0 Spécifications applicables à l'installation	16
4.1 Emplacement du point de prélèvement	16
4.2 Représentativité	16
4.2.1 Procédure de l'essai de stratification	17
Section 5.0 Spécifications de rendement et procédures d'essai s'appliquant à l'homologation	18
5.1 Spécifications de rendement s'appliquant à l'homologation	20
5.1.1 Période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel (PEO)	20
5.1.2 Dérive de l'étalonnage	21
5.1.3 Étalonnage du débit des gaz de cheminée	21
5.1.4 Temps de réponse du système	22
5.1.5 Exactitude relative (ER)	22
5.1.6 Erreur systématique	22

5.2 Gaz d'étalonnage	23
5.3 Procédures d'essai menant à l'homologation	23
5.3.1 Période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel (PEO).....	23
5.3.2 Procédures relatives à l'essai de dérive de l'étalonnage	24
5.3.3 Procédures relatives à la vérification de la linéarité	25
5.3.4 Procédures relatives à l'essai de temps de réponse du SMECE	25
5.3.5 Procédures relatives à la vérification de l'exactitude relative (ER).....	26
5.3.5.1 Point de prélèvement pour la méthode de référence en présence de gaz d'échappement non stratifiés	26
5.3.5.2 Point de prélèvement pour la méthode de référence en présence d'un écoulement stratifié.....	26
5.3.5.3 Méthodes d'essai.....	27
5.3.5.4 Stratégie de prélèvement	27
5.3.5.5 Corrélation entre les mesures de la méthode de référence et celles du SMECE.....	27
5.3.5.6 Calculs	27
5.3.6 Calculs applicables à la mesure de l'erreur systématique.....	29
5.3.7 Procédures d'essai applicables à la sensibilité à l'orientation	30
5.3.7.1 Procédures d'essai	30
5.4 Essais de renouvellement de l'homologation et de diagnostic.....	30
Section 6.0 Assurance et contrôle de la qualité	31
6.1 Manuel d'assurance et de contrôle de la qualité	31
6.1.1 Activités d'assurance de la qualité (AQ)	31
6.1.2 Activités de contrôle de la qualité (CQ).....	31
6.2 Vérifications quotidiennes du rendement.....	33
6.2.1 Dérive de l'étalonnage.....	34
6.2.1.1 Fréquence	34
6.2.1.2 Gaz d'étalonnage	34
6.2.1.3 Point d'injection des gaz d'étalonnage.....	34
6.2.1.4 Procédures d'essai	34
6.2.1.5 Réglage des analyseurs et des autres dispositifs de mesures	34
6.2.1.6 Période de fonctionnement inacceptable	35
6.2.1.7 Présentation des données sous forme de tableaux	35
6.2.1.8 Quantification des dérives	35
6.3 Vérifications trimestrielles du rendement	35

6.3.1 Vérification des bouteilles de gaz (VBG).....	36
6.3.1.1 Gaz d'étalonnage	36
6.3.1.2 Point d'injection des gaz d'étalonnage.....	36
6.3.1.3 Procédures d'essai	36
6.3.1.4 Calculs	36
6.3.1.5 Critères d'acceptation	36
6.3.1.6 Cas particulier de vérification trimestrielle de l'analyseur.....	37
6.3.1.7 Période de fonctionnement inacceptable	37
6.3.2 Vérification portant sur la mesure du débit des gaz de cheminée	37
6.3.3. Analyse des données du rapport débit-puissance	38
6.3.4 Mesures au moyen du facteur F	40
6.4 Vérifications semestrielles du rendement.....	41
6.4.1 Essais d'exactitude relative et d'erreur systématique	41
6.4.1.1 Fréquence et coordination des vérifications	41
6.4.1.2 Procédures d'essai	41
6.4.1.3 Critères d'acceptation	42
6.4.1.4 Période de fonctionnement inacceptable	42
6.4.2 Exemptions de vérification semestrielle	42
6.5 Vérifications annuelles du rendement	42
6.5.1 Disponibilité	42
6.5.2 Inspection indépendante.....	42
6.6 Critères d'acceptabilité des procédures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité	43
6.7 Exigences en matière de rapports d'assurance de la qualité	43
Section 7.0 Détermination des émissions de dioxyde de carbone	46
7.1 Introduction	46
7.2 Systèmes de mesure du dioxyde de carbone humide.....	46
7.3 Systèmes de mesure du dioxyde de carbone sec	47
7.4 Systèmes de mesure de l'oxygène humide	47
7.5 Systèmes de mesure de l'oxygène sec	48
Glossaire	49
Unités, abréviations et acronymes	52
Bibliographie	47
Annexe A Calcul des émissions par les facteurs F de combustion	51
A .1 Introduction	51

A.2 Systèmes basés sur la mesure de l'oxygène au moyen du facteur F_s	52
A.3 Systèmes basés sur la mesure de l'oxygène au moyen du facteur F_n	53
A.4 Systèmes de mesure selon des états mixtes	54
A.5 Systèmes basés sur la mesure du dioxyde de carbone au moyen du facteur F_c	54
A.6 Calcul des facteurs F adaptés	56
Annexe B Détermination des débits massiques d'émission.....	57
B.1 Introduction	57
B.2 Flux d'énergie à l'alimentation via la mesure des débits de combustible	57
B.2.1 Détermination du taux d'apport de chaleur pour les combustibles gazeux.....	58
B.2.2 Détermination du taux d'apport de chaleur pour les combustibles liquides	58
B.3 Détermination au moyen de débitmètres de gaz de cheminée en temps réel	59
Annexe C Exemples de calculs de l'exactitude relative et de l'erreur systématique	63

Liste des tableaux

Tableau 1 : Spécifications de conception pour les systèmes de surveillance continue des émissions	10
Tableau 2 : Emplacement des points d'injection des gaz d'étalonnage selon les SMECE	11
Tableau 3 : Résumé des spécifications de rendement s'appliquant à l'homologation	19
Tableau 4 : valeurs t.....	29
Tableau 5 : Table des matières du manuel relatif au PAQ	31
Tableau 6 : Résumé des évaluations quotidiennes et trimestrielles du rendement	39
Tableau 7 : Résumé des vérifications semestrielles ou annuelles du rendement	44
Tableau A-1 : Facteurs F pour certains combustibles.....	51
Tableau B-1 : Teneur en humidité moyenne mensuelle de l'air dans les capitales provinciales canadiennes.....	62

Section 1.0 Introduction

Le présent document établit des spécifications relatives à la conception, à l'installation et à l'exploitation de systèmes automatisés de surveillance continue des émissions (SMECE) utilisés pour mesurer les émissions de dioxyde de soufre (SO₂) et d'oxydes d'azote (NO_x), de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres contaminants provenant d'importantes sources de combustion telles que les centrales thermiques. Il présente les procédures utilisées pour déterminer les différents paramètres des SMECE pendant l'homologation initiale, les essais et durant l'exploitation ultérieure à long terme du système de surveillance.

Aucun système de suivi particulier n'est prescrit dans ce document. Tout système satisfaisant aux critères d'homologation initiale, aux paramètres spécifiés et aux exigences en matière d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) est acceptable. Les SMECE à mesure in situ, ceux qui amènent un échantillon à distance pour analyse, ceux qui font appel à la dilution dynamique ou ceux qui mesurent directement les composés ciblés peuvent être utilisés. Les SMECE en temps partagé reliés à un même groupe d'analyseurs pour déterminer les débits d'émission de deux sources adjacentes peuvent aussi être utilisés.

Une orientation est offerte afin d'aider l'opérateur à élaborer, en collaboration avec l'autorité de réglementation compétente, un plan AQ/CQ particulier à leur installation. Ce plan fait partie intégrante des exigences générales s'appliquant à l'utilisation de chaque SMECE. Chaque système de surveillance des émissions doit permettre d'obtenir des données techniquement valides, qui peuvent être utilisées à diverses fins, notamment à des programmes de bilans d'émissions. Toutefois, ce document n'aborde pas les questions relatives aux programmes d'échange de crédits d'émissions, comme les formats de déclaration, les moyennes saisonnières, les exigences en matière de conservation de données, etc., qui doivent être compatibles avec les politiques de chaque programme et définis par l'autorité de réglementation pertinente.

Bien que le SO₂, le NO_x, le CO et le CO₂ soient les polluants les plus souvent associés aux gaz de combustion émis par les importantes sources de combustion, certains ou tous les concepts et procédures décrites dans le présent document peuvent également être utilisés, selon les cas, pour mesurer les émissions d'autres contaminants et d'autres sources ponctuelles. Dans de tels cas, l'autorité de réglementation qui fixe les conditions de surveillance peut corriger, élargir ou réduire les exigences présentées dans le présent document, afin de refléter les préoccupations et/ou contraintes particulières liées au besoin de surveillance du polluant en question.

Les personnes chargées de l'homologation initiale et des vérifications ultérieures doivent être formées à cette fin et être expérimentées dans l'exécution des tâches et des méthodes décrites dans ce document. L'application de cette directive peut entraîner des risques pour la santé et la sécurité. Il incombe aux personnes chargées de l'homologation et des vérifications subséquentes d'acquiescer la formation nécessaire pour satisfaire aux normes en matière de santé et de sécurité au travail applicables aux activités industrielles sur le terrain.

Section 2.0 Résumé des spécifications et des procédures

Le présent document présente divers résumés partiels des spécifications et procédures relatives à l'installation, à l'homologation et à l'exploitation continue d'un SMECE, qui peuvent servir de référence rapide aux personnes familières avec le sujet. On peut notamment mentionner :

Le résumé des spécifications de conception (tableau 1)

Le résumé des spécifications de rendement s'appliquant à l'homologation (tableau 3)

Le résumé des évaluations quotidiennes et trimestrielles du rendement (tableau 6)

Le résumé des vérifications semestrielles ou annuelles du rendement (tableau 7)

La section 3 décrit les spécifications de l'ensemble du SMECE et de ses sous-systèmes, ainsi que les procédures connexes appliquées à la mesure de ces paramètres. Cette section aidera l'opérateur au cours des premières étapes de la conception ou de l'acquisition d'un système. Elle contient également des exigences propres au système de collecte et de gestion des données (SCGD) recommandé.

Les spécifications relatives à l'installation d'un SMECE figurent à la section 4. Elles visent à garantir que le lieu de prélèvement soit conforme à certaines exigences minimales relatives à la représentativité du débit de gaz et l'accessibilité de l'équipement à des fins d'entretien.

Une fois installé, le SMECE fait l'objet d'essais conformément aux protocoles présentés à la section 5. Les données sur les émissions sont comparées à celles obtenues au moyen de méthodes de référence manuelles (par exemple, le débit) ou instrumentales (par exemple, les analyseurs de gaz) pour garantir le respect des spécifications. Lorsque toutes ces spécifications sont respectées ou dépassées par un SMECE installé, il est considéré comme homologué et en mesure de fournir des données de qualité vérifiées sur les émissions.

Un plan d'assurance qualité (PAQ) doit être élaboré pour chaque SMECE par son opérateur ou par un entrepreneur. Les principes de base de l'élaboration d'un tel plan sont fournis à la section 6. Le PAQ doit englober un large éventail de sujets, notamment les procédures d'étalonnage, l'entretien, les évaluations du rendement et les mesures correctives. Un plan PAQ doit être disponible pour chaque SMECE. Cependant, si plusieurs SMECE identiques sont exploités, un seul PAQ peut être suffisant, à condition de tenir des registres appropriés pour chaque système.

Section 3.0 Spécifications de conception et procédures d'essai

La plupart des SMECE se composent des trois sous-systèmes de base suivants : a) interface/conditionnement des échantillons, b) analyseurs de gaz et c) système de collecte et de gestion des données (SCGD). Ces systèmes peuvent contrôler le respect de limites réglementaires relatives aux concentrations de polluants dans les gaz d'échappement à un niveau d'excès d'air de combustion donné, par exemple $\text{NO}_x @ 11 \% \text{ d'O}_2$, ou de limites en termes d'émission par flux calorifique.

Si l'on ajoute à ces systèmes un débitmètre de gaz d'échappement approprié ou un compteur de combustible liquide, le SMECE peut alors mesurer le débit massique d'émission de tous les contaminants gazeux surveillés.

Les spécifications de ces sous-systèmes sont présentées dans les sections 3.1 à 3.5, et les procédures de vérification de certaines spécifications essentielles sont présentées à la section 3.6. Les spécifications des sous-systèmes sont résumées dans les tableaux 1 et 2.

La présente ligne directrice n'exclut aucune technologie de surveillance des émissions. Les composantes qui satisfont aux critères indiqués dans les sections 3.1 à 3.5, et qui permettent à l'ensemble du SMECE d'être conforme aux spécifications d'homologation de la section 5, et aux évaluations de la section 6, sont acceptables.

3.1 Spécifications applicables au sous-système de conditionnement/interface de l'échantillon

Cette section fournit les spécifications du sous-système d'interface/conditionnement d'échantillon pour lequel l'emplacement de l'orifice d'injection du gaz d'étalonnage est le seul critère.

3.1.1 Emplacement du point d'injection des gaz d'étalonnage

L'emplacement du point d'injection des gaz d'étalonnage du système est le seul critère s'appliquant à ce sous-système, il est propre à chaque type de SMECE. L'emplacement des points d'injection des divers SMECE est présenté dans le tableau 2. Les SMECE installés après le 31 décembre 2024 devront être en mesure de réaliser les essais quotidiens de dérive de l'étalonnage et les essais trimestriels de linéarité en utilisant comme référence, les gaz d'étalonnage en écoulement.

3.2 Spécifications applicables au sous-système de l'analyseur de gaz

Cette section fournit des spécifications pour les paramètres pertinents pour un analyseur de gaz, tels que la plage de fonctionnement, les interférences et les dérives de réponse en température.

3.2.1 Plage d'utilisation

La plage d'utilisation des analyseurs doit être adaptée aux conditions de fonctionnement de la source d'émission où ils sont installés. D'une manière générale, la plage d'utilisation des analyseurs doit englober tous les niveaux de concentration des gaz de cheminée attendus. Les fabricants d'analyseurs garantissent généralement des spécifications relatives à la linéarité, la dérive et la sensibilité croisée pour la pleine échelle (PE) de l'analyseur. La PE doit être constante pendant toute la durée de vie de l'analyseur et légèrement supérieure au niveau de concentration maximale prévue.

Les sources fonctionnant avec une vaste plage d'émissions peuvent nécessiter l'installation d'analyseurs à plage double pour couvrir précisément des niveaux de concentration élevés et faibles (variation de l'ordre de grandeur). Il revient à l'autorité de réglementation compétente de trancher cette question.

3.2.2 Effets d'interférence

Le fabricant de nouveaux analyseurs de SO₂, de NO_x et de CO installés après le 31 décembre 2024 doit attester par un certificat de conformité que la somme de tous les effets d'interférence causés par d'autres composants des gaz de cheminée est inférieure à 4,0 % de la pleine échelle de chacun de ces analyseurs. Pour les analyseurs d'O₂ et de CO₂, la spécification des effets d'interférence est inférieure ou égale à plus/moins 1,0 % d'O₂ ou de CO₂, respectivement. Dans le cas de sources de combustion équipées d'analyseurs infrarouges de type non dispersif (IRND) ou de spectromètres infrarouges transformés de Fournier (SITF) fonctionnant dans des conditions de prélèvement sans condensation, l'homologation doit inclure des niveaux d'échantillon de 9 % de CO₂ et 18 % de H₂O.

Si le fonctionnement de ces analyseurs est précédé d'un système de condensation des échantillons, alors l'homologation ne s'applique qu'aux concentrations de CO₂ et de H₂O attendues des échantillons séchés par condensation.

3.2.3 Dérives de la réponse dues à la température

Le fabricant de nouveaux analyseurs de SO₂, de NO_x et de CO installés dans les SMECE après le 31 décembre 2024 doit certifier, au moyen d'un certificat de conformité, que l'analyseur présente une dérive du zéro inférieure à plus ou moins 2,0 % du réglage de la PE pour toute variation de 10 °C dans l'intervalle de températures allant de 5 à 35 °C. Dans les mêmes conditions d'essai, les analyseurs de SO₂ et de CO doivent présenter une dérive de l'échelle inférieure à 3,0 % de la PE. Le niveau correspondant de dérive de l'échelle pour les analyseurs de NO_x doit être inférieur à 4,0 % de la PE. La détermination de la dérive de la réponse à la température doit être effectuée en appliquant les procédures présentées dans la section 3.6.2.

3.2.4 Convertisseurs de NO_x

S'il n'est pas démontré que les concentrations de NO₂ de la source sont inférieures à 5 % des concentrations de NO_x, et que le SMECE est équipé d'un analyseur de NO_x capable de convertir le NO₂ en NO avant l'analyse, alors le convertisseur doit faire l'objet d'un essai tous les six mois, suivant la méthode 7E de l'EPA des États-Unis, section 8.2.4, ou la méthode alternative 7E, section 16.2. L'efficacité de conversion acceptable est de 90 %.

3.2.5 SMECE à spectromètre ITF extractif

Les caractéristiques qui distinguent le spectromètre infrarouge transformé de Fourier (SITF) des autres analyseurs de gaz sont les suivantes : a) surveillance simultanée de plusieurs gaz absorbant l'infrarouge (IR); b) nécessité de disposer d'ordinateurs pour obtenir et analyser les données; c) les concentrations chimiques peuvent être quantifiées à l'aide de spectres IR enregistrés précédemment; et d) les hypothèses et les résultats analytiques, notamment les effets éventuels de composés interférents, peuvent être évalués après l'analyse quantitative.

Un spectromètre ITF extractif peut être utilisé dans un SMECE pour surveiller les émissions de NO_x, de SO₂ et de CO₂ d'une source de combustion, à condition que le spectromètre réponde aux spécifications

applicables relatives aux analyseurs du présent document, notamment en ce qui concerne les essais d'AQ/CQ quotidiens, trimestriels, semestriels ou annuels prescrits.

Le même SMECE à spectromètre ITF peut également servir à surveiller les émissions d'autres contaminants dangereux provenant de la source (par exemple, l'acide hydrochlorique (HCl) des fours à ciment). Aux fins de cette fonction supplémentaire, le spectromètre doit satisfaire aux spécifications définies pour cette technologie, telles que PS-15 et PS-18 de l'EPA (en anglais seulement)^{1,2}.

¹ <https://www.epa.gov/emc/performance-specification-15-extractive-fourier-transform-infrared-spectroscopy>

² <https://www.epa.gov/emc/performance-specification-18-gaseous-hydrogen-chloride>

Tableau 1 : Spécifications de conception pour les systèmes de surveillance continue des émissions

Sous-système	Paramètre	Spécification	Références du texte	
			Spécification	Procédures d'essai
Conditionnement et interface de l'échantillon	Emplacement des points d'étalonnage	Voir le tableau 2	3.1.1	-
Analyseurs de gaz	Plage d'utilisation	Paramètre défini pour englober tous les niveaux de SO ₂ , NO _x et CO prévus dans les cheminées; 0 à 21 % de O ₂ et 0 à 25 % de CO ₂	3.2.1	-
	Somme de tous les effets d'interférence	Valeur inférieure ou égale à 4,0 % de la PE pour les analyseurs de SO ₂ , NO _x et CO Valeur inférieure ou égale à 1,0 % d'O ₂ ou de CO ₂ pour les analyseurs d'O ₂ ou de CO ₂	3.2.2	Certificat de conformité
	Dérives de la réponse due à la température pour une variation de 10 °C dans la plage de 5 à 35 °C	Dérives du zéro inférieures ou égales à plus/moins 2,0 % de la PE Dérive de l'échelle pour le SO ₂ et le CO inférieure ou égale à plus ou moins 3,0 % de la PE Dérive de l'échelle pour le NO _x inférieure ou égale à plus/moins 4,0 % de la PE	3.2.3	3.6.1
	Convertisseurs de NO _x	Essai semestriel du niveau de NO ₂ supérieur à 5 % des sources de NO _x	3.2.4	-
	SMECE à spectromètre ITF extractif	Exigences en matière d'assurance de la qualité	3.2.5	
Débitmètre	Plage d'utilisation	Limite inférieure de détection de la vitesse : 1 m/s Plage de mesure environ égale au débit potentiel maximal multiplié par 1,2.	3.3, 3.3.1	-
Collecte des données	Intervalle de mesure	Conserver des moyennes de base sur 1 minute	3,4	-
	Intervalle de calcul de la moyenne	Moyenne horaire supérieure ou égale à 75 % des mesures possibles des moyennes de base sur 1 minute		
	Gestion et stockage des données	Calcul des moyennes requises et de la disponibilité des SMECE. Stockage des données pendant 3 ans minimum.		
	Données manquantes	Intervalle inférieur ou égal à 168 heures – substitution Intervalle supérieur à 168 heures – SMECE de remplacement	3.4.1	
Systèmes à temps partagé	Temps de cycle du système	Inférieur ou égal à 15 minutes pour un cycle complet des 2 débits	3.5	-

Tableau 2 : Emplacement des points d'injection des gaz d'étalonnage selon les SMECE

Type de système	Sous-système	Spécification relative à l'emplacement du point d'injection du gaz d'étalonnage du système
Extractif	Mesure directe des concentrations de gaz	Le gaz d'étalonnage ne doit pas être introduit plus en aval que la sortie de la sonde
	Dilution (dans la cheminée ou externe)	Le gaz d'étalonnage doit être introduit en amont du système de dilution
In situ	Ponctuel	Le gaz d'étalonnage doit envahir complètement la cavité de mesure de l'analyseur
	Sur le parcours	Le gaz d'étalonnage doit permettre la vérification de l'optique interne et de l'intégralité du circuit électronique. Le système peut aussi comporter un dispositif d'étalonnage interne permettant de simuler une valeur zéro et une valeur d'étalonnage en haut de la plage d'utilisation.

3.3 Spécifications applicables au sous-système débitmètre

Le débitmètre de gaz doit permettre de détecter la vitesse des gaz de cheminée à partir de 1,0 m/s et de couvrir toute la plage des vitesses prévues dans le conduit ou la cheminée. Tout débit excédant la plage d'utilisation du capteur est jugé manquant et doit être remplacé, tel qu'il est décrit dans la section 3.4.1 du présent document.

3.3.1 Plage d'utilisation

La pleine échelle (PE) du débitmètre doit être réglée à une valeur acceptable selon l'autorité de réglementation compétente. Il est recommandé d'utiliser une PE correspondant au débit maximum possible multiplié par 1,2.

Les débitmètres installés sur les SMECE après le 31 décembre 2024 doivent être capables d'effectuer des vérifications quotidiennes (par exemple, impulsion de pression ou signal électronique) portant sur deux valeurs de référence : zéro à 20 % de la PE et 50 à 70 % de la PE. Les résultats du débitmètre, avant et après tout réglage, doivent être enregistrés par le système de collecte et de gestion des données (SCGD).

Le débitmètre du SMECE peut être capable de mesurer des niveaux plus élevés que le niveau de PE défini par le PAQ, mais ce niveau élevé ne doit pas être appliqué pour démontrer la conformité aux spécifications basées sur la PE dans les tableaux 3, 6 et 7.

3.4 Spécifications applicables au système de collecte et de gestion des données (SCGD)

Le SMECE doit comporter un SCGD pour traiter et enregistrer les données de surveillance. Les fonctions de base d'un SCGD sont les suivantes : a) lire et afficher les concentrations de polluants, de diluants, de débit et de température des gaz de cheminée (le cas échéant), et b) tenir un registre continu et

permanent des données. Il doit également enregistrer et calculer les dérives quotidiennes du zéro et de l'échelle, et permettre la substitution de valeurs aux données manquantes. En outre, le SCGD doit enregistrer les intervalles du processus pendant lesquels le combustible est brûlé (pour les processus liés à la combustion) ou pendant lesquels les contaminants surveillés sont évacués alors qu'il n'y a pas de combustion.

Les SCGD installés après le 31 décembre 2024 doivent répondre aux spécifications suivantes :

Ces systèmes doivent pouvoir accepter et conserver comme moyennes de base d'une minute les sorties des composants du SMECE (analyseurs de gaz et de débit, température, etc.) et, le cas échéant, les signaux de processus pertinents qui définissent le fonctionnement de la source.

Si le SMECE répond à toutes les spécifications des tableaux 3, 6 et 7 et que le procédé surveillé fonctionne en continu, la moyenne horaire du SMECE doit être basée sur un minimum de quarante-cinq moyennes de base d'une minute. Cette heure correspond à une heure valable. Si le procédé a fonctionné pendant moins de 60 minutes au cours de l'heure, et que la moyenne de base du SMECE sur 1 minute représente 75 % ou plus des minutes d'exploitation, alors l'heure est également valable pour les spécifications de disponibilité.

La disponibilité de toutes les mesures du SMECE (SO₂, NO_x, CO, O₂, CO₂, débit, température et humidité, le cas échéant) doit être calculée mensuellement à l'aide de l'équation 3.1 suivante.

$$\text{Pourcentage de disponibilité} = \left(\frac{T_a}{T_{so}} \right) \times 100 \quad \text{Éqn. 3.1}$$

où :

T_a est le nombre total d'heures mensuelles valables du SMECE.

T_{so} est le nombre total d'heures pendant lesquelles la source a fonctionné au cours du mois, en d'autres termes, les heures pendant lesquelles du combustible a été brûlé (pour les processus liés à la combustion) ou les heures pendant lesquelles des contaminants ont été évacués (pour les sources sans combustion).

Les capacités de traitement des données du SCGD peuvent être utilisées pour compiler un rapport trimestriel sur les SMECE dans le format et les unités exigés par l'autorité de réglementation applicable, et pour faciliter la vérification annuelle des SMECE exigée par le plan d'assurance de la qualité (tableau 5, procédures de contrôle de la qualité, sous-sections 13 à 16). Toutes les données du SMECE pertinentes par rapport aux exigences ou limites réglementaires doivent être archivées dans le SCGD, y compris, mais sans s'y limiter, les essais d'homologation, la vérification des bouteilles de gaz (VBG), les facteurs d'erreur systématique et la substitution. Les données doivent être conservées de manière sûre pendant au moins 3 ans.

3.4.1 Substitution de valeurs aux données manquantes

La substitution doit être adaptée au processus contrôlé et décrit dans le manuel relatif au PAQ du SMECE. Les recommandations des paragraphes suivants en ce qui concerne une substitution simple sont présentées à titre d'exemple.

Après l'homologation initiale du SMECE, ou par la suite, à des intervalles d'environ 3 ans, une base de données sur 720 heures de fonctionnement du dispositif de surveillance, dont la qualité a été vérifiée, doit être développée pour la substitution des données manquantes. Cette base de données des heures

valables doit inclure l'intégralité des paramètres collectés par le SMECE (par exemple, concentrations, débit de la cheminée, température et humidité). Une moyenne sur 720 heures est ensuite calculée pour chaque paramètre.

En raison du dysfonctionnement d'un élément du SMECE (par exemple, analyseur de gaz, débitmètre), certaines données d'émissions peuvent être manquantes (par exemple, un analyseur de gaz, un débitmètre). Il est possible de les remplacer, pour tout épisode unique s'échelonnant sur une période pouvant aller jusqu'à 168 heures, par la moyenne correspondante sur 720 heures de la base de données de substitution. Pour les intervalles plus courts (1 à 2 heures), les données manquantes peuvent être remplacées par la moyenne des heures de fonctionnement des processus adjacents, à condition que ceux-ci aient fonctionné de manière régulière. La méthode de substitution de valeurs aux données manquantes doit être entièrement décrite dans le PAQ élaboré pour chaque SMECE, et approuvée par l'autorité de réglementation compétente. Les données de substitution doivent être marquées et incluses dans le rapport mensuel ou trimestriel sur les émissions.

Lorsqu'un mauvais fonctionnement d'un SMECE dure plus de 168 heures, la surveillance des émissions doit alors être faite à l'aide d'un autre SMECE homologué ou d'une méthode de référence valable. Les SMECE temporaires utilisés à cette fin doivent satisfaire à toutes les spécifications de conception et de rendement stipulées dans le présent document. Lorsqu'un SMECE temporaire est utilisé, l'échantillon de gaz de la cheminée doit être prélevé depuis le ou les points d'échantillonnage utilisés dans la méthode de référence lors de l'homologation et de la VER du SMECE permanent.

Des données de substitution obtenues à l'aide d'une procédure autre que celle impliquant l'utilisation d'un SMECE de remplacement homologué ou d'une méthode de référence ne peuvent servir à déterminer la conformité aux critères de disponibilité du SMECE spécifiés à la section 6.5.1.

Toutes les données sur les émissions doivent faire l'objet d'une vérification de la qualité visant à mettre en évidence les données suspectes en suivant les procédures décrites dans le plan AQ/CQ (section 6.1). Ces procédures peuvent comprendre le marquage automatique : a) des concentrations et des débits tombant en dehors de la plage d'utilisation, b) des temps de réponse anormaux lors de l'étalonnage du système, c) des taux de rendement thermique anormaux (pour les systèmes comprenant un débitmètre de combustible), d) des rapports anormaux débit-alimentation en combustible ou débit-puissance produite (pour les systèmes à dispositif de surveillance des gaz de cheminée) et e) des concentrations anormales pendant les périodes où le groupe de production ne consommait pas de combustible.

Les données marquées lors de la vérification d'AQ doivent être examinées et acceptées ou remplacées. Ces données doivent être indiquées dans le rapport mensuel ou trimestriel et accompagnées d'un sommaire des raisons de leur acceptation ou de leur remplacement.

3.5 Systèmes à temps partagé

Après le 31 décembre 2024, les nouveaux SMECE à temps partagé seront limités à la surveillance des émissions de deux (2) sources adjacentes à l'aide d'un seul ensemble d'analyseurs de polluants, de gaz diluants et de température (et, si nécessaire, de débitmètres de gaz d'échappement distincts). Un cycle complet de mesure des deux sources doit être réalisé en 15 minutes, afin de générer quatre (4) mesures de concentration et d'émissions pour chaque heure de fonctionnement et pour chaque source. Il s'agit d'une heure valable pour les systèmes à temps partagé. Le SCGD doit conserver les données de chaque source dans des dossiers séparés. La VER doit être effectuée lorsque le SMECE fonctionne en mode

temps partagé et doit être réalisée pour les deux sources surveillées, mais pas nécessairement simultanément.

Les données doivent être ramenées à des moyennes valables d'une heure, calculées à l'aide d'au moins un point de données dans chaque quadrant de 15 minutes d'une heure pendant laquelle le groupe a brûlé du combustible ou évacué des contaminants. Si aucune donnée représentative n'est disponible en raison de l'arrêt de la source d'émission ou de l'étalonnage du SMECE pendant l'heure, alors une heure partielle valable peut être calculée à partir d'au moins deux points de données séparés par un minimum de 15 minutes pendant lesquelles la source de combustion a fonctionné. Toutes les mesures valides pendant une heure sont utilisées pour calculer les moyennes horaires. La disponibilité mensuelle doit être calculée à l'aide de l'équation 3.1.

Il existe deux options pour déterminer la moyenne du SMECE lors de l'exécution de la VER en mode temps partagé : 1) Les mesures peuvent durer 21 minutes, la moyenne étant calculée à partir des données enregistrées par le SCGD pour le point d'émission contrôlé pendant ces 21 minutes; ou 2) les mesures peuvent être prolongées jusqu'à une heure, afin d'enregistrer quatre cycles d'échantillonnage du SMECE pour le point d'émission contrôlé. Il convient ensuite de faire correspondre les données du SCGD avec l'ensemble correspondant de données de la méthode de référence.

3.6 Procédures d'essai pour la vérification du respect des spécifications de conception

Cette section recommande des procédures d'essai pour la vérification des spécifications de conception.

3.6.1 Dérives du zéro et de l'échelle de l'analyseur causées par sa variation de température

La procédure permettant de déterminer la dérive du zéro et de l'échelle causée par la variation de température ambiante est la suivante. L'analyseur doit être placé dans une chambre climatisée où la température peut être réglée entre 5 et 35 °C. Il faut prévoir suffisamment de temps pour le réchauffement de l'analyseur avant de procéder à son étalonnage à une température ambiante de 25 °C, à l'aide de gaz aux concentrations zéro et haut de plage d'utilisation. La température de la chambre doit être ensuite fixée successivement à 35, 15 et 5 °C, en veillant à ce que la température de l'analyseur se soit stabilisée. L'alimentation électrique de l'analyseur ne doit pas être interrompue au cours de l'essai.

Une fois l'analyseur stabilisé à chaque température de la chambre climatisée, chaque gaz d'étalonnage doit être introduit dans les mêmes conditions de débit ou de pression, et la réponse de l'analyseur doit être notée.

La dérive du zéro causée par la température est calculée par la différence entre une lecture au zéro et la lecture obtenue à la température supérieure ou inférieure suivante. L'analyseur est jugé acceptable si l'écart entre toutes les lectures au zéro et celles aux températures adjacentes (passages de 5 à 15, de 15 à 25 et de 25 à 35 °C) est inférieur à 2,0 % de la PE. La dérive de l'échelle causée par la température est l'écart entre les lectures à cette concentration de gaz d'étalonnage et celles à des températures adjacentes. L'analyseur est acceptable si l'écart entre les réponses obtenues pour tous les intervalles adjacents est conforme aux spécifications du tableau 1.

3.6.2. Certificat de conformité du fabricant

On peut considérer que les spécifications relatives aux effets d'interférence et à la dérive causée par les variations de température sont respectées lorsque le fabricant de l'analyseur atteste qu'un analyseur identique, choisi au hasard et fabriqué au cours du même trimestre que l'appareil livré, a fait l'objet d'essais conformément aux procédures adaptées au type d'analyseur (extractif sec ou humide, in situ, etc.) et s'est avéré conforme aux spécifications.

Section 4.0 Spécifications applicables à l'installation

La présente section fournit des lignes directrices pour le choix d'un point de prélèvement approprié sur le conduit ou la cheminée et pour déterminer si cet emplacement permet un échantillonnage représentatif du flux de gaz d'échappement.

4.1 Emplacement du point de prélèvement

La sonde ou l'analyseur in situ doit être installé en un endroit accessible en tout temps, de sorte que l'entretien régulier puisse être effectué conformément au calendrier, comme il est indiqué dans le plan d'AQ (PAQ). Les installations extérieures doivent être suffisamment abritées pour que l'entretien puisse être effectué de façon sécuritaire, tant pour le SMECE que pour le personnel, dans toutes les conditions météorologiques. Le choix de l'emplacement d'une sonde ou d'un analyseur in situ doit notamment être fait en tenant compte du degré d'exposition, des conditions météorologiques saisonnières, des exigences d'entretien et de réparation, de l'exposition à la foudre et des protections contre celle-ci, et des vibrations de la conduite ou de la plate-forme.

Il faut s'assurer de l'absence d'écoulement cyclonique au point de prélèvement choisi avant l'installation permanente d'un débitmètre. Un tel écoulement aurait pour effet de compliquer de façon très importante l'homologation et l'utilisation du débitmètre. Il est recommandé de trouver un autre emplacement si un écoulement de type cyclonique est décelé à celui proposé. Les procédures du présent document ne s'appliquent qu'aux sources pour lesquelles on a démontré l'absence d'écoulement gazeux cyclonique.

4.2 Représentativité

La sonde ou l'analyseur in situ doit être installé en un emplacement où les gaz de cheminée sont bien mélangés. Le degré de turbulence et le temps de mélange sont parmi les principaux facteurs à influencer la stratification des gaz de cheminée.

La présence de stratification à un point quelconque dans les gaz de cheminée doit être déterminée par les méthodes d'essai appropriées. Il est donc recommandé de suivre les procédures présentées à la section 4.2.1 à l'emplacement prévu pour l'installation de l'analyseur afin de déterminer l'étendue de la stratification avant l'installation du SMECE. S'il y a une stratification gazeuse appréciable d'une des espèces mesurées à l'emplacement prévu, il faut alors sérieusement songer à choisir un autre emplacement dans le système d'échappement, où il a été déterminé que le gaz n'était pas stratifié.

Si le SMECE est muni d'un débitmètre de cheminée, il est alors recommandé de vérifier que le choix du point de prélèvement convient à la fois au débitmètre utilisé et à l'application de la méthode de référence qui sera utilisée pour l'homologation initiale et les VER annuelles ou semestrielles.

Il est recommandé que le débitmètre et les points de la méthode de référence soient situés à un emplacement où le débit est unidirectionnel et entièrement développé. La ligne directrice pour cette condition (méthode 1 de l'EPA, section 11.1.1) exige l'installation d'une section droite, équivalente à 10 fois le diamètre d'une cheminée ou d'une conduite cylindrique, ce qui peut ne pas être disponible ou être trop coûteux à construire. Avant de choisir l'emplacement du SMECE, une étude de la dynamique numérique des fluides (DNF) pour les emplacements de cheminée non optimaux peut permettre d'estimer le degré de stratification et de vorticité pouvant être attendu. Si cela est possible avant

l'installation du débitmètre, des traversées de vitesse peuvent être effectuées selon la Méthode A d'ECCC 1/RM/8 ou la Méthode 1 de l'EPA des États-Unis. Si l'écoulement est multidirectionnel (par exemple si l'angle de rotation moyen est supérieur ou égal à 15 degrés), il convient d'envisager l'installation de redresseurs, ou l'utilisation de méthodes de référence plus complexes, telles que la Méthode 2G (sondes bidimensionnelles), la Méthode 2F (sondes tridimensionnelles) et la Méthode 2H (perte de vitesse près de la paroi de la cheminée) de l'EPA des États-Unis. Ces méthodes doivent ensuite être utilisées pour l'homologation et les VER ultérieures. L'emplacement des points de prélèvement doit être choisi de manière à éviter toute interférence entre le débitmètre et la méthode de référence.

Si un capteur de vitesse en un seul point est installé, son extrémité sensible doit être située en un point permettant d'obtenir des mesures représentatives pour toute la gamme de charges. Les données du profil des vitesses doivent être utilisées pour sélectionner le point de mesure optimal.

4.2.1 Procédure de l'essai de stratification

Il faut utiliser au minimum neuf points de prélèvement dans la cheminée ou la conduite, en appliquant les procédures de sélection des points de prélèvement pour ces essais (voir les Méthodes de référence dans le glossaire, page 43). Si l'essai de stratification est réalisé afin d'évaluer le caractère approprié d'un point de prélèvement avant l'installation d'un SMECE, il doit alors être réalisé simultanément avec deux systèmes de surveillance portables similaires, l'un prélevant un point fixe (généralement le point central) et l'autre effectuant un prélèvement consécutif de tous les points de la grille. Il est à noter qu'un essai de stratification doit être réalisé pour chaque espèce gazeuse qui sera mesurée par le SMECE proposé, notamment les gaz de dilution.

Si la concentration du gaz mesurée au point fixe (mesure de référence de la stabilité) varie de plus de 10 % pendant plus d'une minute au cours de l'essai, alors celui-ci doit être répété lorsque les conditions sont plus stables. Si un SMECE extractif est déjà installé et que l'essai de stratification ne sert qu'à des fins de confirmation, le SMECE peut être utilisé comme système de référence. Le degré de stratification de chaque espèce est calculé à chaque point de la grille à l'aide de l'équation 4.1.

$$ST_i = \left[\frac{C_i - C_{moy}}{C_{moy}} \right] \times 100 \quad \text{Éqn. 4.1}$$

où :

ST_i est la stratification (%)

C_i est la concentration de l'espèce mesurée au point i

C_{moy} est la moyenne de toutes les concentrations mesurées

On considère que les gaz de cheminée ou de conduite sont stratifiés si une valeur calculée à l'aide de l'équation 4.1 dépasse 10,0 %.

Section 5.0 Spécifications de rendement et procédures d'essai s'appliquant à l'homologation

Pour être homologué, un SMECE installé doit satisfaire à toutes les spécifications de rendement présentées dans le tableau 3. Ces spécifications s'appliquent à chaque gaz polluant et diluant mesuré, ainsi qu'à la mesure du débit gazeux dans la cheminée (s'il y a lieu) et à l'ensemble du SMECE.

Tableau 3 : Résumé des spécifications de rendement s'appliquant à l'homologation

Paramètre	Composant	Concentration	Spécification	Référence	Procédure d'essai
Dérive de l'étalonnage sur 24 heures	Analyseurs de SO ₂ , de NO _x et de CO	Faible (0 à 20 % de la PE)	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 2,5 % d'écart de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 2,5 ppm d'écart en valeur absolue	5.1.2	5.3.2
		Élevée (80 à 100 % de la PE)	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % d'écart de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 2,5 ppm d'écart en valeur absolue		
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	(0 à 20 % de la PE) (80 à 100 % de la PE)	Les deux concentrations sont inférieures ou égales à plus/moins 0,5 % d'écart d'O ₂ (ou de CO ₂).		
	Débitmètre de gaz de cheminée	(0 à 20 % de la PE) (50 à 70 % de la PE)	Les deux concentrations sont inférieures ou égales à plus/moins 3,0 % d'écart de la PE <u>ou</u> Plus/moins 0,6 m/s d'écart en valeur absolue	5.1.3	5.1.3
Linéarité de l'ensemble des 3 cycles	Analyseurs de SO ₂ , NO _x , et de CO	(0 à 20 % de la PE) (40 à 60 % de la PE) (80 à 100 % de la PE)	Toutes les concentrations sont inférieures ou égales à plus ou moins 2,5 % d'écart moyen en valeur absolue de la PE <u>ou</u> inférieures ou égales à plus/moins 5 ppm d'écart moyen en valeur absolue	5.3.3	5.3.3
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	(0 à 20 % de la PE) (40 à 60 % de la PE) (80 à 100 % de la PE)	Toutes les concentrations sont inférieures ou égales à plus ou moins 0,5 % d'écart moyen en valeur absolue d'O ₂ ou de CO ₂		
Temps de réponse du système	Analyseur consacré à une seule source	-	Valeur inférieure ou égale à 200 secondes pour afficher 90 % d'une variation	5.1.4	5.3.4
	Système à temps partagé	-	Valeur inférieure ou égale à 5 minutes pour afficher 90 % d'une variation		
Exactitude relative (ER)	Analyseurs de SO ₂	-	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'exactitude relative (ER) <u>ou</u> inférieure ou égale à 15,0 ppm d'écart moyen en valeur absolue	5.1.5	5.3.1 à 5.3.5.6
	Analyseurs de NO _x et de CO	-	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'exactitude relative (ER) <u>ou</u> inférieure ou égale à 8,0 ppm d'écart moyen en valeur absolue		
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	-	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à plus ou moins 1,0 % d'écart moyen en valeur absolue d'O ₂ (ou de CO ₂)		
	Débitmètre de gaz de cheminée	-	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 0,6 m/s d'écart moyen en valeur absolue		
	Température des gaz de cheminée	-	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 10 °C d'écart moyen en valeur absolue		
	Dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée	-	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 1,5 % H ₂ O d'écart moyen en valeur absolue		
Erreur systématique	Analyseurs de SO ₂ , de NO _x et de CO	-	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 5 ppm d'écart en valeur absolue	5.1.6	5.3.6

	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	-	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 0,5 % d'écart en valeur absolue		
	Débitmètre de gaz de cheminée	-	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 0,6 m/s d'écart en valeur absolue		
	Température des gaz de cheminée	-	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 10 °C d'écart en valeur absolue		
	Dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée	-	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 1,5 % d'écart en valeur absolue		
Sensibilité à l'orientation	Débitmètres sensibles au sens de la vitesse d'écoulement du gaz	-	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 4,0 % de la valeur de la PE mesurée à orientation zéro	5.1.7	5.3.7 à 5.3.7.2

Dans ce tableau, « ou » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme solution alternative.

La procédure d'homologation des différents sous-systèmes du SMECE (débit, polluants, diluants, humidité, etc.) peut être menée conjointement ou séparément. Par exemple, si une procédure d'homologation a été menée pour l'ensemble du système, et que l'autorité de réglementation compétente détermine que tous les sous-systèmes de surveillance, à l'exception d'un seul, ont satisfait aux exigences, alors seul le sous-système n'étant pas conforme doit être remis à l'essai.

Les spécifications sont décrites à la section 5.1. Les gaz utilisés pendant la procédure d'homologation sont décrits à la section 5.2, et les procédures d'essai applicables à la section 5.3.

5.1 Spécifications de rendement s'appliquant à l'homologation

Après l'installation du SMECE conformément aux instructions écrites du fabricant, il est recommandé, mais non obligatoire que l'ensemble du système fonctionne pendant une période de mise en service d'au moins 168 heures, pendant laquelle la source d'émissions doit être en activité, avant d'amorcer la période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel (PEO). L'ensemble du SMECE doit fonctionner normalement pendant cette période de mise en service (c'est-à-dire qu'il doit y avoir analyse des gaz polluants et diluants), sauf durant les périodes d'étalonnage et d'application des procédures mentionnées dans le plan d'AQ (PAQ).

5.1.1 Période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel (PEO)

La PEO est une période de 168 heures cumulatives pendant laquelle la plupart des essais relatifs aux spécifications de rendement sont réalisés. Le groupe de procédés (par exemple, la chaudière) doit être en marche lorsque les mesures sont effectuées. Cependant, pour l'essai relatif à la dérive de l'étalonnage sur 7 jours, le SMECE peut être mis à l'essai sur sept intervalles de 24 heures séparés. Aucun travail d'entretien, de réparation ou de réglage du SMECE ne peut être réalisé pendant la PEO. Les procédures du PAQ doivent être suivies comme si le SMECE produisait des données sur les émissions.

La PEO et les essais de dérive de l'étalonnage ne s'appliquent pas aux SMECE installés dans des sources fonctionnant moins de 1 500 heures par an.

5.1.2 Dérive de l'étalonnage

La spécification de la dérive d'étalonnage est applicable à chaque analyseur de gaz comme il est indiqué dans le tableau 3. Ce tableau comprend également les spécifications de dérive de l'étalonnage de la mesure du débit.

À intervalles de 24 heures au cours de la PEO de 168 heures, la réponse du SMECE aux gaz d'étalonnage, telle qu'elle est indiquée par le SCGD, ne doit pas s'écarter de la concentration certifiée du gaz concerné d'une valeur supérieure à :

Analyseurs de SO₂, NO_x et de CO

Concentration faible : valeur inférieure ou égale à plus/moins 2,5 % du réglage de la pleine échelle (PE), ou inférieure ou égale à plus/moins 2,5 ppm d'écart en valeur absolue

Concentration élevée : valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % du réglage de la pleine échelle (PE), ou inférieure ou égale à plus/moins 2,5 ppm d'écart en valeur absolue

Analyseurs d'O₂ et de CO₂

Concentration faible et élevée : valeur inférieure ou égale à plus/moins 0,5 % d'écart en valeur absolue d'O₂ (ou de CO₂)

Débitmètre

Concentration faible et élevée : valeur inférieure ou égale à 3,0 % du réglage de la PE ou à 0,6 m/s d'écart en valeur absolue.

Dans cette section, « **ou** » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme solution alternative à la spécification relative au % de la PE.

5.1.3 Étalonnage du débit des gaz de cheminée

Les SMECE installés après le 31 décembre 2024, qui sont dotés d'un débitmètre, doivent concevoir et équiper le débitmètre afin de pouvoir réaliser des essais d'étalonnage quotidiens, comprenant au moins deux valeurs de référence : de 0 à 20 % de la PE ou une valeur de référence équivalente (par exemple, impulsion de pression ou signal électronique), et de 50 à 70 % de la PE. Les résultats du débitmètre, avant et après toute modification, doivent être enregistrés par le SCGD. Le débitmètre doit être conçu de manière à permettre l'étalonnage de l'ensemble du système, de l'extrémité sensible de la sonde (ou du transducteur) au SCGD.

Introduire le signal de référence correspondant aux valeurs spécifiées à l'extrémité sensible de la sonde (ou équivalent), ou au transducteur. Au cours de la période d'essai d'homologation de 7 jours, il convient de réaliser l'essai relatif à la dérive de l'étalonnage pendant que le groupe fonctionne (dans la mesure du possible, à des intervalles de 24 heures). Si le groupe s'arrête après le début de l'essai, il n'est pas nécessaire que les 7 jours de fonctionnement consécutifs se produisent sur 7 jours civils consécutifs. Les résultats du débitmètre doivent être enregistrés à l'aide du SCGD. Si le débitmètre fonctionne dans les limites de la spécification de rendement pour la dérive de l'étalonnage, on considère qu'il a réussi l'essai relatif à la dérive de l'étalonnage. Aucun travail d'entretien, de réparation ou de remplacement, à

l'exception de ce qui est prévu par le PAQ, ne doit être effectué sur le débitmètre pendant la période d'essai de 7 jours.

Les débitmètres installés sur des sources qui fonctionnent moins de 1 500 heures par an sont exemptés de cet essai relatif à la dérive de l'étalonnage sur 7 jours.

5.1.4 Temps de réponse du système

Les SMECE comportant des analyseurs consacrés à une seule source doivent pouvoir obtenir, en moins de 200 secondes, une réponse à 90 % d'une variation soudaine de la concentration de gaz à la sortie de la sonde. Cet intervalle comprend le délai nécessaire pour transporter l'échantillon à travers la ligne d'échantillonnage. La présente spécification peut s'appliquer à la surveillance du SO₂, des NO_x, de l'O₂, du CO et du CO₂. Il est admis que la présente spécification peut s'avérer trop stricte pour certains gaz, tels que le NH₃ et le HCl, dont l'intégrité des échantillons peut être mise à l'essai par d'autres méthodes.

Dans le cas des systèmes à temps partagé, le temps de réponse est acceptable si la moyenne de trois valeurs à la hausse et de trois valeurs à la baisse n'est pas supérieure à 5 minutes, pour chaque analyseur et à chaque source, et cela pour une réponse à 90 % d'une variation soudaine de la concentration du gaz à la sortie de la sonde. Il est à noter que cela comprend le délai de latence.

Le temps de réponse du système doit être vérifié conformément aux procédures de la section 5.3.4.

5.1.5 Exactitude relative (ER)

L'exactitude relative d'un analyseur de SO₂ ne doit pas excéder 10,0 % ou 15,0 ppm d'écart moyen en valeur absolue par rapport aux mesures de la méthode de référence.

L'exactitude relative d'un analyseur des NO_x ou de CO ne doit pas excéder 10,0 % ou 8,0 ppm d'écart moyen en valeur absolue par rapport aux mesures de la méthode de référence.

L'exactitude relative d'un analyseur d'O₂ ou de CO₂ ne doit pas excéder 10,0 % ou 1 % d'écart moyen en valeur absolue par rapport aux mesures de la méthode de référence.

L'exactitude relative d'un moniteur de débit de gaz de cheminée ne doit pas dépasser 10,0 % ou 0,6 m/s d'écart moyen en valeur absolue par rapport aux mesures de la méthode de référence.

L'exactitude relative d'un dispositif de mesure de la température des gaz de cheminée ne doit pas dépasser 10,0 % ou plus/moins 10 °C d'écart moyen en valeur absolue par rapport aux mesures de la méthode de référence.

L'exactitude relative du dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée ne doit pas dépasser 10 % ou plus/moins 1,5 % H₂O d'écart moyen en valeur absolue par rapport à la méthode de référence.

L'exactitude relative doit être vérifiée conformément aux procédures de la section 5.3.5. Dans cette section, « ou » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme solution alternative à l'ER.

5.1.6 Erreur systématique

L'erreur systématique d'un analyseur de SO₂, de NO_x et de CO ne doit pas excéder plus/moins 5,0 % de la valeur de la PE ou être inférieure ou égale à plus/moins 5 ppm d'écart en valeur absolue.

L'erreur systématique d'un analyseur d'O₂ ou de CO₂ ne doit pas excéder plus/moins 5,0 % de la valeur de la PE ou être inférieure ou égale à plus/moins 0,5 % d'écart en valeur absolue.

L'erreur systématique d'un dispositif de surveillance des gaz de cheminée ne doit pas excéder plus/moins 5,0 % de la valeur de la PE ou être inférieure ou égale à plus/moins 0,6 m/s d'écart en valeur absolue.

L'erreur systématique du dispositif de mesure de la température des gaz de cheminée ne doit pas dépasser plus/moins 5,0 % de la valeur de la PE ou être inférieure ou égale à plus/moins 10 °C d'écart en valeur absolue.

L'erreur systématique du dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée ne doit pas dépasser plus/moins 5,0 % de la valeur de la PE ou être inférieure ou égale à plus/moins 1,5 % d'écart en valeur absolue.

Dans cette section, « ou » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme solution alternative à la spécification relative au % de la PE.

L'erreur systématique doit être vérifiée conformément aux calculs de la section 5.3.6.

Si l'erreur systématique n'excède pas plus ou moins 5,0 % de la valeur de la PE, et que la VER moyenne résultant de la méthode de référence est supérieure à 30 % de la PE du SMECE, les données ultérieurement produites doivent être corrigées en fonction de cette erreur. Autrement, le FCES est égal à 1,0. Dans les deux cas, la VER suivante doit être effectuée selon un FCES égal à 1,0.

5.2 Gaz d'étalonnage

Les gaz utilisés pour la méthode de référence au cours de la vérification de l'exactitude relative (VER) doivent être conformes à la catégorie « Protocol » de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis.

Les gaz utilisés par le SMECE au cours de la vérification de la linéarité (VGB), et de l'essai relatif à la dérive de l'étalonnage sur 7 jours, ainsi que ceux pour les vérifications de linéarité alternatives (section 6.3.1.6) doivent être conformes à la catégorie « Protocol » de l'EPA.

Les gaz utilisés pour l'étalonnage quotidien et les essais de temps de réponse doivent être certifiés comme ayant une concentration exacte à 2,0 % par le fournisseur, mais des gaz de catégorie « Protocol » peuvent également être utilisés.

Le PAQ doit comporter une méthode de vérification de la concordance des concentrations de composés dans les bouteilles de gaz, afin de recenser celles ne respectant plus les spécifications et de les remplacer par de plus récentes pour l'étalonnage du SMECE. L'intégralité des spécifications applicables du tableau 3 doit être respectée. Si ce n'est pas le cas, le SMECE ne sera pas homologué et devra faire l'objet de réparation et de nouveaux essais.

5.3 Procédures d'essai menant à l'homologation

Cette section recommande des procédures d'essai pour la vérification des spécifications de conception.

5.3.1 Période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel (PEO)

Pendant la PEO, le processus et le SMECE doivent idéalement fonctionner sans interruption et produire un enregistrement des données sur les émissions à l'aide du SCGD. Cet enregistrement doit être

conservé pendant la période exigée par l'autorité de réglementation compétente. L'échantillonnage peut être interrompu en cas d'arrêt du processus, ou pendant les courts intervalles d'étalonnage quotidien et ceux consacrés aux procédures spécifiées dans le PAQ.

Aucun travail d'entretien, de réparation ou de réglage du SMECE non prévu ne peut être réalisé pendant la PEO. Autrement, il est nécessaire de reprendre la PEO. Des réglages de l'étalonnage peuvent être effectués à intervalles de 24 heures (plus ou moins 2 heures), ou plus fréquemment, si cela est indiqué par le fabricant et mentionné dans le PAQ. Des réglages automatiques au zéro et de l'étalonnage peuvent être effectués à tout moment sans intervention de l'opérateur, mais ces réglages doivent être documentés par le SCGD.

Si la période d'essai doit être divisée à cause d'un arrêt de production, l'heure et la date de cet arrêt doivent être notées, et la PEO poursuivie à la reprise des opérations. Si la PEO est interrompue à cause d'une défaillance du SMECE, toute la PEO doit être reprise une fois le problème corrigé.

Les essais démontrant la conformité aux spécifications de rendement, présentés dans les sections 5.3.2 à 5.3.6, doivent être réalisés pendant la PEO, à l'exception de la vérification de l'exactitude relative (VER) (section 5.3.5), qui peut être effectuée pendant la PEO ou pendant la période de 168 heures suivant directement la PEO. Il est recommandé que les essais de dérive de l'étalonnage soient réalisés avant les vérifications de l'exactitude relative, afin de réduire le risque de devoir répéter ces derniers.

5.3.2 Procédures relatives à l'essai de dérive de l'étalonnage

La dérive de l'étalonnage doit être déterminée pour chaque analyseur de gaz polluants, chaque analyseur de gaz diluants et chaque dispositif de surveillance des gaz de cheminée, à intervalles d'environ 24 heures (plus ou moins 2 heures) au cours de la période d'essai de 168 heures.

Au cours du premier jour de la PEO, les gaz d'étalonnage à faibles et fortes concentrations sont injectés trois fois, de manière séquentielle, au niveau du point primaire du SMECE, jusqu'à ce qu'une concentration stable soit atteinte. Les valeurs sont enregistrées par le SCGD. Le SMECE doit ensuite reprendre son analyse des gaz de cheminée. Vingt-quatre heures plus tard, et sans aucun réglage des analyseurs, la séquence doit être répétée et les valeurs, enregistrées. La dérive peut être corrigée avant le début du prochain cycle de 24 heures de dérive de l'étalonnage, et ainsi de suite pendant 7 jours. Le calcul de la dérive de l'étalonnage se fait à l'aide de l'équation 5.1.

$$D_c = 100 \times \frac{|M-R|}{PE} \quad \text{Éqn. 5.1}$$

Où :

D_c est la dérive d'étalonnage de la concentration (%)

M est la moyenne des réponses du SMECE au gaz d'étalonnage de concentration faible ou élevée (% ou ppm)

R est la concentration certifiée du gaz d'étalonnage de concentration faible ou élevée

PE est le réglage de la pleine échelle maximale de l'analyseur (% ou ppm)

Effectuer la dérive de l'étalonnage sur 7 jours du débitmètre, en introduisant de manière séquentielle les deux niveaux de référence (par exemple, impulsion de pression ou signal électronique, section 5.1.3) à des intervalles d'environ 24 heures au cours desquels le groupe fonctionne. À la fin de chaque intervalle de 24 heures, les niveaux de référence sont introduits de manière séquentielle, et les niveaux

stables sont enregistrés dans le SCGD. Si le processus est interrompu après le début de l'essai de dérive de l'étalonnage, alors cet essai sur 7 jours peut être prolongé pendant quelques jours supplémentaires. Calcul de la dérive de l'étalonnage à l'aide de l'équation 5.2.

$$D_d = 100 \times \frac{|A_f - R_f|}{PE} \quad \text{Éqn. 5.2}$$

Où :

D_d est la dérive de l'étalonnage du débit (%)

A_f est la vitesse réelle des gaz de cheminée telle que mesurée par le SMECE (m/s)

R_f est la vitesse de référence des gaz de cheminée, correspondant au niveau de l'impulsion de pression ou du signal électronique (m/s)

PE est le réglage de la pleine échelle de l'analyseur (% ou ppm)

5.3.3 Procédures relatives à la vérification de la linéarité

Au cours de cette vérification, le SMECE doit fonctionner normalement, présentant des valeurs nominales pour l'ensemble des pressions, des températures et des débits. Il faut introduire chaque gaz d'essai au niveau du point d'étalonnage primaire du SMECE et permettre à la réponse du système de se stabiliser avant d'enregistrer la concentration mesurée dans le SCGD. Ensuite, il faut mettre le système à l'essai 3 fois, avec des concentrations faibles, moyennes et élevées pour chaque gaz surveillé, en alternant l'ordre dans lequel les gaz sont présentés à l'analyseur. Une concentration faible est comprise entre 0,0 et 20,0 % de la PE, une concentration moyenne, entre 40,0 et 60,0 % de la PE, et une concentration élevée, entre 80,0 et 100,0 % de la PE. La linéarité de chaque concentration se calcule à l'aide de l'équation 5.3.

$$EL \% = \frac{|R - M|}{PE} \times 100 \quad \text{Éqn. 5.3}$$

Où :

EL est le pourcentage d'erreur de linéarité de PE, basé sur la valeur de référence

R valeur de référence du gaz d'étalonnage de concentration faible, moyenne ou élevée introduit dans le système de surveillance

M est la moyenne des trois réponses du système de surveillance à la concentration faible, moyenne et élevée du gaz surveillé

PE est la pleine échelle de l'analyseur (ppm ou %)

Les résultats des dispositifs de surveillance du SO₂ ou des NO_x ne doivent pas s'écarter de la valeur de référence de plus de 2,5 % calculée à l'aide de l'équation 5.3, ou alternativement inférieure ou égale à plus/moins 5 ppm d'écart moyen en valeur absolue.

Les résultats des dispositifs de surveillance de CO₂ et d'O₂ ne doivent pas s'écarter de la valeur de référence de plus de plus/moins 0,5 % d'écart moyen en valeur absolue de CO₂ ou d'O₂.

5.3.4 Procédures relatives à l'essai de temps de réponse du SMECE

Cet essai peut être effectué au cours de la PEO, en même temps que la vérification de la linéarité. L'essai de temps de réponse consiste à mesurer le temps nécessaire pour obtenir une réponse à 90 % à partir d'une variation soudaine du niveau de concentration de l'échantillon. Le débit de l'échantillon, la pression et les autres paramètres du SMECE doivent être réglés aux valeurs nominales spécifiées dans le

PAQ. Les gaz d'étalonnage de concentration faible et élevée doivent être introduits en alternance par le point d'injection des gaz d'étalonnage du système pendant que le SCGD enregistre la sortie de l'analyseur. Lorsqu'un état stable est atteint, le gaz d'entrée passe au second gaz d'étalonnage jusqu'à ce qu'une stabilité de sortie soit à nouveau atteinte. La séquence doit être effectuée de manière à obtenir au total trois changements de concentration à la hausse et trois changements de concentration à la baisse.

Il faut déterminer, à partir de l'information tirée du SCGD, le temps moyen nécessaire au SMECE pour atteindre une lecture de 90 % de l'écart de concentration entre les gaz de concentration faible et élevée, et cela, tant en mode d'augmentation que de baisse des concentrations des gaz. Le temps de latence des systèmes extractifs (c'est-à-dire le temps nécessaire pour acheminer l'échantillon de gaz dans la ligne d'échantillonnage) doit être inclus dans le calcul du temps de réponse.

5.3.5 Procédures relatives à la vérification de l'exactitude relative (ER)

Cet essai consiste en une évaluation comparative du rendement du SMECE au moyen d'une méthode de référence indépendante, laquelle est prescrite par l'autorité de réglementation compétente. L'essai est réalisé pour chaque analyseur de gaz polluant et diluant ainsi que pour le dispositif de surveillance des gaz de cheminée.

La source d'émissions doit fonctionner à sa capacité normale de production (voir le Glossaire) ou à plus de 50 % de sa capacité calorifique à l'alimentation (cette dernière exigence vaut pour les groupes n'ayant pas fonctionné au cours du trimestre précédent), et le combustible utilisé doit être le combustible principal normalement employé dans ce groupe. Le SMECE doit fonctionner de façon habituelle pendant l'essai et, à moins qu'elles ne soient mentionnées dans le PAQ, aucune activité de réglage, de réparation ou de modification ne doit être effectuée sur quelque partie du système que ce soit. Étant donné que le système comprend des éléments matériel et logiciel du SCGD, les paramètres de ce dernier ne doivent pas être modifiés pendant l'essai.

5.3.5.1 Point de prélèvement pour la méthode de référence en présence de gaz d'échappement non stratifiés

Lorsqu'il a été démontré, conformément aux procédures de la section 4.2.1, que les gaz de cheminée ne sont pas stratifiés, la mesure par la MR peut être effectuée en un point unique de la cheminée ou de la conduite, mais ce point de prélèvement doit être éloigné d'au moins 7,5 cm de toute paroi.

Pour l'homologation de systèmes à point unique extractifs ou in situ, l'extrémité de la sonde MR doit se trouver à au moins 30 cm de la moitié intérieure de la trajectoire de mesure. La sonde MR doit être placée de façon à ne pas nuire au fonctionnement du SMECE faisant l'objet de l'essai.

5.3.5.2 Point de prélèvement pour la méthode de référence en présence d'un écoulement stratifié

Si les procédures de la section 4.2.1 ont permis de trouver que l'écoulement de gaz était stratifié ou si aucun essai de stratification n'a été réalisé, l'échantillonnage par la MR doit être effectué en plusieurs points dans le gaz en écoulement.

Une « ligne de mesure » qui passe par les « centroïdes » de la cheminée ou de la conduite doit être établie. Cette ligne doit être à moins de 30 cm de la section transversale de prélèvement du SMECE. Trois points de prélèvement doivent être répartis à 16,7, 50,0 et 83,3 % sur la longueur de la « ligne de

mesure ». D'autres points de prélèvement peuvent être choisis s'il peut être démontré qu'ils fourniront un échantillon représentatif du débit de gaz d'échappement pendant la période d'essai.

5.3.5.3 Méthodes d'essai

Les méthodes de référence énumérées dans le glossaire ou celles spécifiées par l'autorité de réglementation compétente peuvent être utilisées comme méthodes de référence pour cet essai. Les méthodes de référence manuelles par prélèvement instantané ne peuvent être utilisées pour l'homologation des SMECE.

5.3.5.4 Stratégie de prélèvement

Au moins neuf comparaisons des résultats de la MR et du SMECE doivent être faites afin d'évaluer le rendement du SMECE. Au cours de chaque cycle, la méthode de référence doit effectuer le prélèvement à un débit fixe, c'est-à-dire que le débit de prélèvement ne doit pas être ajusté pendant la durée du cycle, si ce n'est que pour le maintenir à sa valeur initiale. Le prélèvement doit être réalisé pendant 30 minutes au cours de chaque essai et être réparti également entre les trois points de prélèvement, s'il s'agit d'un gaz stratifié, ou être fait au seul point choisi, s'il s'agit d'un gaz non stratifié.

Des essais préliminaires peuvent être effectués avant la date fixée pour l'homologation ou la VER. Les résultats de tels essais ne seront pas considérés comme faisant partie des ensembles de l'homologation ou de la VER.

L'opérateur peut choisir de réaliser jusqu'à 12 comparaisons. Dans ce cas, il peut rejeter les résultats de trois essais au maximum du total de ceux qui auront été effectués, à condition qu'un essai statistique approprié (comme l'essai de Grubbs, voir annexe C.5) indique qu'il s'agit de valeurs aberrantes. Il doit cependant rester au moins neuf essais effectués par la MR après le rejet de données. Toutes les données doivent être déclarées, y compris les données aberrantes, ainsi que tous les calculs effectués.

Toutes les mesures de gaz diluant, d'humidité, et du débit des gaz de cheminée (le cas échéant) doivent être réalisées en même temps que les mesures de concentration des polluants effectuées par la MR.

5.3.5.5 Corrélation entre les mesures de la méthode de référence et celles du SMECE

Il est essentiel, pour établir une corrélation entre les mesures du SMECE et celles de la MR, que le début et la fin de chaque période d'essai soient clairement indiqués sur le SCGD et que l'horloge du SMECE soit synchronisée avec celle de l'équipe réalisant les essais par la MR. À la suite de chaque essai, il faut comparer les résultats du SMECE avec ceux de l'essai par la MR au cours de la période exacte de la réalisation de l'essai.

La même base doit être utilisée pour la corrélation des résultats du SMECE et de la MR. Il peut donc s'avérer nécessaire d'apporter des corrections en fonction du taux d'humidité, de la température, de la pression, etc. Les mesures connexes de la MR (comme le taux d'humidité des gaz dans la cheminée et la pression barométrique) servent à corriger les résultats de la MR, tandis que les mesures connexes du SMECE servent à corriger les résultats de ce SMECE.

5.3.5.6 Calculs

La précision relative du SMECE doit être calculée à l'aide de l'équation 5.4 pour le SO₂, le NO_x, le CO, l'O₂, le CO₂, la température et l'humidité (le cas échéant).

(i) Calcul de l'exactitude relative

L'exactitude relative se calcule à l'aide de l'équation 5.4.

$$ER = \left[\frac{|d| + |cc|}{MR} \right] \times 100 \quad \text{Éqn. 5.4}$$

où :

ER est le pourcentage d'exactitude relative

d est la différence moyenne entre les résultats du SMECE et ceux de la MR

cc est le coefficient de confiance

MR est la moyenne des résultats de la méthode de référence

(ii) Calcul des différences

La différence en valeur absolue entre les résultats du SMECE et ceux de la RM se calcule à l'aide de l'équation 5.5.

$$|d| = \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \right| \quad \text{Éqn. 5.5}$$

où :

d_i est la différence entre une valeur de la MR et une valeur correspondante du SMECE

($d_i = \text{SMECE}_i - \text{MR}_i$) pour le i^{e} essai

n est le nombre de paires de données

Remarque : les signes numériques de chaque paire de données doivent être conservés. On utilise la valeur absolue de la somme des différences, et non la somme des différences en valeur absolue.

(iii) Calcul du coefficient de confiance et de l'écart-type

Les valeurs du coefficient de confiance et de l'écart-type sont déterminées à partir des équations 5.6 et 5.7, respectivement.

$$|cc| = \frac{t_{0.025} \times ET}{\sqrt{n}} \quad \text{Éqn. 5.6}$$

où :

cc est le coefficient de confiance

$t_{0.025}$ est la valeur t du tableau 4 pour un essai t unilatéral correspondant à la probabilité qu'une valeur mesurée soit biaisée à la baisse à un niveau de confiance de 95 %

ET est l'écart-type de l'échantillon constitué des différences entre les paires de données de l'essai d'exactitude relative, calculé à l'aide de l'équation 5.7

n est le nombre de paires de données

$$ET = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i)^2 - \frac{1}{n} [\sum_{i=1}^n (d_i)]^2}{n-1}} \quad \text{Éqn. 5.7}$$

où les paramètres sont tels que définis précédemment.

Tableau 4 : valeurs t

n-1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$t_{0,025}$	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,201	2,179	2,160	2,145

Remarque : il s'agit des valeurs t pour un essai t unilatéral à un niveau de confiance de 95 %.

(iv) Calcul des rapports de référence débit de gaz-puissance

Si le SMECE comprend un dispositif de surveillance des gaz de cheminée, le rapport débit-puissance (la puissance étant soit la puissance brute, soit le débit de vapeur) pendant la VER peut être utilisé comme référence pour les futures vérifications trimestrielles des données sur le débit des gaz de cheminée, effectués à partir d'un ensemble d'heures pendant lesquelles le groupe a fonctionné à des charges de plus ou moins 10 % de la VER.

Si le groupe de combustion produit exclusivement de l'énergie électrique ou de la vapeur, le rapport de référence débit-puissance peut être calculé à l'aide de l'équation 5.8, à partir des données de la VER.

$$R_{\text{réf}} = \frac{Q_{\text{réf}}}{L_{\text{réf}}} \quad \text{Éqn. 5.8}$$

où :

$R_{\text{réf}}$ est le rapport de référence débit-puissance pendant la VER, en (Rm³H/h)/MW ou (Rm³H/h)/(tonne de vapeur/h)

$Q_{\text{réf}}$ est la moyenne des débits de gaz de cheminée mesurés pendant la dernière VER du débit, en Rm³H/h

$L_{\text{réf}}$ est la moyenne de la production électrique brute ou de la production de vapeur au cours des dernières VER du débit, en MW ou (tonne de vapeur/h)

Pour effectuer les vérifications trimestrielles du rapport débit-puissance du SMECE, le SCGD doit être en mesure d'enregistrer le débit horaire des gaz de cheminée et les puissances d'énergie électrique ou vapeur, tel qu'expliqué à la section 6.3.3.

5.3.6 Calculs applicables à la mesure de l'erreur systématique

On considère qu'il existe une erreur systématique si la valeur absolue de la différence entre les résultats du SMECE et de la MR (équation 5.5) dépasse la valeur absolue du coefficient de confiance (équation 5.6).

$$\text{Erreur systématique} = |d| - |cc| \quad \text{Éqn. 5.9}$$

L'erreur systématique est acceptable si ($|d| - |cc|$) est inférieur ou égal 5,0 % de la PE Éqn. 5.10

L'erreur systématique est également acceptable si l'écart en valeur absolue est inférieur à 5 ppm pour les mesures de SO₂, NO_x et CO; ou inférieure à 0,5 % d'O₂ ou de CO₂ pour les analyseurs d'O₂ ou de CO₂; ou inférieure à 0,6 m/s pour le débitmètre des gaz de cheminée; ou inférieure à 10 °C pour la mesure de la température du gaz de cheminée; ou inférieure à 1,5 % de H₂O pour le dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée.

Si l'erreur systématique est acceptable et que la moyenne des résultats de la MR est inférieure à 30 % de la PE, les mesures subséquentes du SMECE doivent être affectées d'un facteur de correction de

l'erreur systématique (FCES) à l'aide des équations 5.11 et 5.12. Toutes les applications d'un FCES à une mesure doivent être énoncées dans le PAQ et les rapports trimestriels. La VER suivante doit être effectuée selon un FCES égal à 1,0.

$$\text{SMECE}_{\text{ajusté}} = \text{SMECE}_{\text{non corrigé}} \times \text{FCES} \quad \text{Éqn. 5.11}$$

où :

$\text{SMECE}_{\text{ajusté}}$ représente les données corrigées pour l'erreur systématique

$\text{SMECE}_{\text{non corrigé}}$ représente les données non corrigées fournies par le SMECE

FCES est facteur de correction de l'erreur systématique, défini par l'équation 5.12

$$\text{FCES} = \frac{\text{MR}}{\text{SMECE}_{\text{moy VER}}} \quad \text{Éqn. 5.12}$$

où :

FCES est le facteur de correction de l'erreur systématique

$\text{SMECE}_{\text{moy VER}}$ représente les résultats SMECE moyens obtenus par le SMECE pendant la VER

MR est la moyenne des résultats de la méthode de référence

5.3.7 Procédures d'essai applicables à la sensibilité à l'orientation

Cet essai a pour but de vérifier les débitmètres sensibles à l'orientation de la sonde dans le gaz en écoulement, comme le sont les capteurs de pression différentielle. Cela ne s'applique qu'aux dispositifs de mesure de la vitesse du gaz de cheminée, tels que les tubes de Pitot et autres dispositifs basés sur le principe de Bernoulli.

5.3.7.1 Procédures d'essai

Pendant une période d'écoulement normal et constant, la sonde placée dans l'écoulement de gaz doit être tournée d'un total de 10 degrés de chaque côté de sa position à zéro degré (directement dans le gaz, lequel ne doit pas être en écoulement cyclonique) par rotations de plus 5 ou moins 5 degrés, en enregistrant la réponse de la sonde à chaque position par rapport à sa position à zéro degré. Si une telle rotation ne modifie pas la mesure de la position à zéro degré de plus de plus/moins 4,0 %, la sonde a réussi l'essai applicable à la sensibilité d'orientation.

5.4 Essais de renouvellement de l'homologation et de diagnostic

En cas de remplacement permanent d'un SMECE ou de modifications apportées à un tel système qui seraient capables d'affecter sa capacité à mesurer les émissions avec précision, il est nécessaire de procéder à un renouvellement de son homologation. Parmi de telles situations, on peut par exemple citer le remplacement permanent d'un analyseur ou de l'ensemble du SMECE, ou la modification de l'emplacement ou de l'orientation d'une sonde d'échantillonnage.

Le remplacement temporaire (pendant moins de 360 heures) d'un analyseur par un analyseur similaire, par exemple, ne nécessite pas qu'une série entière d'essais de renouvellement de l'homologation soit effectuée. Dans de tels cas, des essais de diagnostic, tels qu'une vérification allégée de la linéarité de l'analyseur de remplacement, peuvent être suffisants.

Section 6.0 Assurance et contrôle de la qualité

L'opérateur doit élaborer un plan écrit d'assurance qualité (PAQ) pour chaque SMECE installé. Un plan d'assurance qualité est défini comme un programme de gestion visant à garantir que les activités quotidiennes de contrôle de la qualité nécessaires sont réalisées de manière adéquate. Le PAQ sert de référence pour s'assurer que les procédures de surveillance environnementale et de déclaration sont vérifiées et documentées, de sorte qu'il soit possible d'effectuer un contrôle et une quantification des incertitudes affectant les données déclarées.

6.1 Manuel d'assurance et de contrôle de la qualité

Le manuel écrit du PAQ doit décrire le programme complet d'activités à réaliser afin d'assurer que les données produites par le SMECE sont complètes, exactes et précises. Le manuel doit comprendre, au minimum, les procédures d'AQ/CQ énoncées dans le présent rapport. La table des matières recommandée pour un tel manuel est présentée dans le tableau 5.

6.1.1 Activités d'assurance de la qualité (AQ)

Cette section du manuel doit décrire la manière dont le PAQ est géré, indiquer les compétences pertinentes du personnel et décrire le sous-système de déclaration à des fins d'AQ. Elle doit décrire le SMECE, son mode de fonctionnement et les procédures appliquées à l'étalonnage et à l'inspection. Elle doit aussi faire état des procédures d'entretien préventif et de vérification du rendement.

6.1.2 Activités de contrôle de la qualité (CQ)

Cette section du manuel devrait comporter des descriptions détaillées, étape par étape, des procédures nécessaires à l'utilisation et à la mise à l'essai du SMECE, notamment des détails relatifs aux vérifications du rendement quotidiennes, trimestrielles, semestrielles et annuelles. Les procédures relatives à ces activités sont fournies dans les sections 6.2 à 6.5. Un résumé des résultats acceptables est présenté dans les sections 6.2 et 6.3.

Tableau 5 : Table des matières du manuel relatif au PAQ

Sous-section	Contenu
Politiques d'assurance de la qualité et description des systèmes	
1 Objectifs de mesure, exigences et limites d'émissions à atteindre	Objectifs de mesure propres au SMECE ayant trait à la précision, à l'exactitude et à l'exhaustivité. Normes d'émission et exigences de déclaration en matière d'émissions.
2 Description du SMECE et considérations relatives à la conception	Description détaillée du système portant sur les principes de fonctionnement, les lieux de prélèvement des échantillons, la mesure du débit et de la température du gaz de cheminée, le système de conditionnement de l'échantillon, la disposition des analyseurs, l'abri du SMECE et le système de gestion des données. Considérations relatives à la mise en œuvre et au choix des techniques pour le SMECE, notamment le choix des lieux de prélèvement, le choix d'un prélèvement où l'échantillon est analysé à distance ou in situ, d'une technique de surveillance du débit de gaz de cheminée et d'un fournisseur. Comprend également une liste détaillée des numéros de série et de modèle des éléments du SMECE.

Sous-section	Contenu
3 Exceptions, précisions et méthodes alternatives	Toutes les exceptions, précisions ou méthodes alternatives ayant trait au présent document ou aux méthodes d'essai de référence.
4 Organisation et responsabilités du personnel	Description de l'organisation du personnel impliqué dans le SMECE et son système de qualité. Définition des rôles et responsabilités des personnes chargées de l'utilisation et de l'entretien du SMECE, de la gestion des documents et des enregistrements et du contrôle des données.
5 Étalonnage et contrôle de la qualité	Description des étalonnages et des contrôles de qualité réalisés de façon courante, généralement quotidienne, pour déterminer si le SMECE fonctionne correctement. Cela comprend, de façon quotidienne, l'étalonnage au zéro et en haut de la plage d'utilisation et des vérifications visuelles des indicateurs de fonctionnement du système, comme les manomètres et les manomètres à vide, les rotamètres, les fenêtres d'affichage des analyseurs, les DEL, etc.
6 Collecte et analyse des données	Description du système de collecte de données et du programme d'analyse des données. Doit faire référence à la gestion de l'exhaustivité, de la validation, de la déclaration, de la conservation et de la révision des données. Doit également décrire les rôles et responsabilités des personnes participant au traitement des données.
7 Politique d'entretien préventif	Description du programme d'entretien préventif du SMECE, comprenant la manière dont le calendrier d'entretien est établi et maintenu en vigueur ainsi que les rôles et responsabilités du personnel chargé de cet entretien.
8 Programme de mesures correctives	Description des politiques pour la correction de toute non-conformité du SMECE. Doit traiter de certains paramètres, tels que les temps d'arrêt et la fiabilité du SMECE. Doit aussi comprendre la description des rôles et responsabilités du personnel impliqué dans le programme de mesures correctives.
9 Vérifications du rendement	Description des politiques et des spécifications concernant les vérifications du rendement (c'est-à-dire les vérifications trimestrielles des cheminées et les VER). Description des mesures nécessaires assurant la réalisation des contrôles appropriés conformément au calendrier approprié.
10 Système de gestion des documents	Description des politiques et des systèmes mis en place pour gérer l'intégralité des documents faisant partie du système de qualité du SMECE. Description du mode et du lieu de conservation des documents, de la manière dont ils sont examinés et révisés et de la manière dont on approuve leur utilisation par du personnel autorisé avant de les rendre disponibles pour communication.
11 Documents d'analyse et d'enregistrement	Description de tous les documents d'analyse et d'enregistrement recueillis, notamment de la méthode de collecte de ces documents, de l'identité de la personne responsable, du lieu de conservation des données, de la protection des données, de la distribution des données et de la durée de conservation des données.
12 Modifications et améliorations	Description des politiques sur la modification et l'amélioration du SMECE.
13 Politique sur la formation et les compétences	Politique sur la formation et les compétences des personnes chargées de l'entretien de SMECE, des coordonnateurs de SMECE, des techniciens en informatique et en programmation, des personnes chargées de valider les données et ce celles chargées des vérifications trimestrielles et de la VER. Comprend les exigences en matière de formation académique et d'expérience, la formation en milieu de travail, le mentorat et les exigences de formation en milieu d'enseignement.
14 Références	Références bibliographiques associées au plan d'AQ/CQ.
Procédures de contrôle de la qualité (et d'utilisation normale)	
1 Mise en marche et utilisation	Liste complète et détaillée des procédures, étape par étape, de mise en marche et d'utilisation du SMECE.
2 Utilisation et inspection quotidiennes du SMECE	Description détaillée de l'utilisation normale et de l'inspection quotidiennes du SMECE. Comprend des descriptions du matériel et des procédures de validation des données ainsi que des exemples de vérifications quotidiennes du matériel ou d'inscriptions dans le journal d'inspection.
3 Procédures applicables aux étalonnages quotidiens et manuels	Liste complète et détaillée des procédures, étape par étape, applicables aux étalonnages quotidiens et manuels. Les références à de la documentation ou à des manuels particuliers du fabricant de matériel d'origine (FMO) sont acceptables. Comprend l'horaire des étalonnages manuels (au point milieu de la PE), le cas échéant.

Sous-section	Contenu
4 Procédures de vérification des bouteilles de gaz	Description de la procédure de vérification de concentration des bouteilles de gaz par référence à d'autres bouteilles. Pour de nouvelles bouteilles, des références peuvent être effectuées à des bouteilles précédentes et aux bouteilles réservées aux vérifications semestrielles. Les critères de rejet des bouteilles de gaz doivent être indiqués.
5 Procédures d'entretien préventif	Description détaillée des procédures d'entretien préventif du SMECE et du calendrier d'entretien préventif.
6 Liste des pièces de rechange et procédures de gestion des stocks	Descriptions détaillées des stocks de pièces de rechange disponibles pour le SMECE et des procédures pour l'obtention de pièces en inventaire et pour le maintien des stocks.
7 Procédures d'entretien correctif	Descriptions détaillées de l'entretien non courant effectué en cas de défaillance du système ou de ses parties. Les références à de la documentation ou à des manuels particuliers du fabricant de matériel d'origine (FMO) sont acceptables.
8 Procédures de substitution de valeurs aux données manquantes	Procédures pour la substitution de valeurs aux données manquantes lorsqu'un SMECE est en période de fonctionnement inacceptable. Les algorithmes de substitution doivent être fondés sur les variables du processus.
9 Procédures de sauvegarde des données	Procédures pour la sauvegarde régulière de données sous forme imprimée ou électronique.
10 Procédures d'évaluation de la qualité des données	Procédures pour le recensement des données suspectes. Comprend le signalement automatique a) des concentrations et des débits tombant en dehors de la plage d'utilisation, b) des temps de réponse anormaux lors de l'étalonnage du système, c) des rapports anormaux débit-alimentation en combustible ou débit-puissance produite, et d) des concentrations anormales pendant les périodes où le groupe de production ne consommait pas de combustible.
11 Sécurité du SMECE	Comprend les mesures de sécurité pour le matériel, les logiciels et les données du SMECE.
12 Procédures d'approbation et de déclaration des données	Procédures pour l'approbation et la déclaration des données du SMECE. Comprend tout système d'examen, de modification, d'approbation, de résumé et de déclaration des données.
13 Procédures de vérification trimestrielle	Procédures détaillées pour la réalisation des vérifications trimestrielles. Comprend les rôles et responsabilités, les exigences relatives aux bouteilles de gaz, le calendrier et les méthodes d'essai.
14 Procédures de vérification semestrielle au moyen de l'essai d'exactitude relative	Devis de caractérisation détaillé en vue des essais de VER. Le devis doit comporter le plan d'organisation, la désignation des points de prélèvement, le calendrier d'exécution, le choix des méthodes d'essai, les exigences d'étalonnage, le calendrier de déclaration, le format de déclaration et le plan de sécurité lors des travaux de terrain.
15 Procédures relatives aux erreurs systématiques	Description du processus d'évaluation et de correction des erreurs systématiques. Comprend les rôles et responsabilités relatifs au calcul et à l'approbation des facteurs de correction de l'erreur systématique.
16 Procédures de vérification annuelle du système	Description de la procédure pour la vérification annuelle du système. Comprend le choix d'un vérificateur, l'établissement d'un calendrier, le plan de la vérification et la déclaration.
17 Gestion des changements	Procédures pour la gestion des changements lorsque des améliorations sont nécessaires en raison de défaillances du matériel, lors de la modification de la réglementation ou de la modification de la gestion du SMECE. Comprend le processus d'autorisation pour l'acceptation des changements de même que la description des rôles et responsabilités. Inclut l'éventualité d'un remplacement des SMECE.

6.2 Vérifications quotidiennes du rendement

Cette section présente les spécifications et les procédures d'essai des dérives d'étalonnage de 24 heures pour les analyseurs de gaz et les débitmètres.

6.2.1 Dérive de l'étalonnage

L'étalonnage du SMECE est l'un des aspects les plus importants du programme d'AQ/CQ. Le tableau 6 résume les spécifications en matière de dérive de l'étalonnage sur 24 heures des analyseurs et des débitmètres capables d'effectuer ces évaluations quotidiennes.

6.2.1.1 Fréquence

La dérive de chacun des analyseurs de gaz et des débitmètres doit être déterminée au moins une fois par jour. Il est judicieux de vérifier la dérive de chaque analyseur même pendant les quelques jours où le groupe de combustion ne fonctionne pas, mais l'opérateur n'est pas tenu à l'étalonnage quotidien pendant les périodes prolongées où le groupe de combustion ne brûle pas de combustible. En revanche, le SMECE doit être correctement étalonné immédiatement avant le redémarrage du processus, afin d'éviter le recours à la substitution de valeurs aux données manquantes (section 3.4.1).

Si un contrôle d'étalonnage a été réussi en cours de fonctionnement, et que la source est à l'arrêt 24 heures plus tard, ce deuxième contrôle d'étalonnage peut alors être effectué à l'arrêt, au plus tard 26 heures après le précédent étalonnage en fonctionnement. Les données comprises entre ces deux étalonnages réussis peuvent être jugées valides.

6.2.1.2 Gaz d'étalonnage

Des gaz de catégorie « Protocol » de l'EPA ou des gaz de concentration certifiée exacte à 2,0 % peuvent être utilisés pour les étalonnages quotidiens des analyseurs.

6.2.1.3 Point d'injection des gaz d'étalonnage

L'emplacement du point d'injection approprié des gaz d'étalonnage pour chaque type de SMECE est présenté dans le tableau 2. Il faut veiller à ce que l'étalonnage soit effectué dans les mêmes conditions de fonctionnement du SMECE que celles qui prévalent pendant la surveillance (pression, débit, température, etc.). Pour les analyseurs de type in situ installés avant le 31 décembre 2024, et pour lesquels on ne peut utiliser un gaz d'étalonnage en écoulement, l'étalonnage quotidien peut être réalisé à l'aide de cellules scellées contenant un gaz d'étalonnage de concentration connue fournies par le fabricant.

6.2.1.4 Procédures d'essai

Des concentrations de référence, faible et élevée, doivent être utilisées. Pour les analyseurs : une faible concentration se situe entre 0,0 et 20,0 % de la PE, tandis qu'une concentration élevée se situe entre 80,0 et 100 % de la PE. Pour les dispositifs de surveillance des gaz de cheminée capables d'effectuer des vérifications quotidiennes (par exemple, impulsion de pression ou signal électronique), une faible concentration se situe entre 0,0 % et 20,0 % de la PE, et une concentration élevée se situe entre 50,0 % et 70,0 % de la PE. Avant tout ajustement, les concentrations faibles et élevées doivent être lues et enregistrées par le SCGD. Si un instrument à double plage est utilisé, il faut alors vérifier quotidiennement la dérive de chacune des plages.

Il faut attendre que le signal de sortie de l'analyseur de gaz ou le débitmètre soit stabilisé, tel qu'il est indiqué par le SCGD.

6.2.1.5 Réglage des analyseurs et des autres dispositifs de mesures

Les analyseurs de gaz, les débitmètres doivent être réglés chaque fois que la dérive de l'étalonnage quotidienne, à des concentrations faibles ou élevées, est supérieure aux spécifications suivantes :

Analyseurs de SO₂, NO_x, et de CO

Concentration faible : 2,5 % du réglage de la PE ou 2,5 ppm d'écart en valeur absolue

Concentration élevée : 5,0 % du réglage de la PE ou 2,5 ppm d'écart en valeur absolue

Analyseur d'O₂ et de CO₂

Concentration faible et élevée : 0,5 % d'O₂ (ou CO₂)

Débitmètre

Concentration faible et élevée : 3,0 % du réglage de la PE ou 0,6 m/s d'écart en valeur absolue

Dans cette section, « **ou** » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme solution alternative à la spécification relative au % de la PE.

Le SCGD doit tenir un registre de l'étendue de chaque ajustement effectué, à concentration faible ou élevée. Les données collectées au cours des 24 heures précédentes sont considérées comme valides, sauf si la dérive atteinte est deux fois supérieure aux spécifications mentionnées à la section 6.2.1.5.

6.2.1.6 Période de fonctionnement inacceptable

Une période de fonctionnement inacceptable se produit lorsque la dérive de l'étalonnage, à la concentration faible ou élevée, d'un analyseur de gaz ou d'un débitmètre est deux fois supérieure aux spécifications sur la dérive indiquées dans la section 6.2.1.5. Cette période débute à la minute où commence la vérification de la dérive de l'étalonnage et se termine à la minute après laquelle des mesures correctives ont été prises et que le système s'avère fonctionner de façon satisfaisante. Lorsqu'un analyseur de gaz ou un débitmètre est en période de fonctionnement inacceptable, les données qu'il génère sont jugées manquantes et ne satisfont pas à l'exigence sur la disponibilité du système. Les données manquantes doivent être remplacées conformément aux critères indiqués à la section 3.4.1.

6.2.1.7 Présentation des données sous forme de tableaux

Toutes les données sur la dérive de l'étalonnage doivent être enregistrées et présentées sous forme de tableau, par mois et par jour, et l'importance des dérives doit être exprimée en ppm pour les analyseurs de polluants, en % pour les analyseurs de gaz diluants et en unités de débit pour les débitmètres.

6.2.1.8 Quantification des dérives

Lorsque le SCGD ou le SMECE compense automatiquement les dérives, le système doit être en mesure d'enregistrer également les lectures de concentration non corrigées des gaz d'étalonnage, les débits non corrigés ainsi que la valeur de toutes les corrections apportées.

6.3 Vérifications trimestrielles du rendement

Il faut effectuer, au cours de chaque trimestre, une vérification des bouteilles de gaz (VBG) sauf s'il s'agit d'un trimestre au cours duquel la VER est effectuée. Des dispositions particulières s'appliquent aux analyseurs de type in situ installés avant le 31 décembre 2024 et pour lesquels on ne peut utiliser un gaz d'étalonnage en écoulement. Les exigences relatives à ces essais sont résumées ci-après, lesquelles doivent toutes apparaître dans le PAQ.

6.3.1 Vérification des bouteilles de gaz (VBG)

Cette vérification porte sur l'erreur de linéarité des analyseurs et des plages utilisés au cours du trimestre précédent.

Une vérification des bouteilles de gaz portant sur trois concentrations doit être réalisée à un intervalle d'au moins 30 jours pour deux trimestres consécutifs. Les groupes fonctionnant moins de 1 500 heures par an doivent être soumis à cette vérification chaque année.

6.3.1.1 Gaz d'étalonnage

Il faut utiliser des gaz de type « Protocol » de concentration faible (0 à 20 % de la PE), moyenne (40 à 60 % de la PE) et élevée (80 à 100 % de la PE) pour chaque analyseur de polluants et de gaz diluants.

6.3.1.2 Point d'injection des gaz d'étalonnage

Les gaz d'essai doivent être introduits au point d'injection des gaz d'étalonnage du SMECE indiqué dans le tableau 2.

6.3.1.3 Procédures d'essai

Le SMECE doit fonctionner normalement pendant l'essai pour l'ensemble des pressions, des températures et des débits des échantillons à leurs valeurs nominales. Il faut que chaque gaz d'essai soit introduit de manière séquentielle et il faut attendre que la réponse du système se stabilise. Ensuite, la concentration du polluant ou du gaz diluant est indiquée et enregistrée par le SCGD. La moyenne des réponses du système aux trois essais de chaque gaz pour chaque concentration d'analyse de polluant ou de gaz diluant doit être calculée.

6.3.1.4 Calculs

L'erreur de linéarité moyenne obtenue au moyen de gaz de concentration faible, moyenne et élevée doit être calculée pour chaque analyseur à l'aide de l'équation 6.1

$$\text{Linéarité (\%)} = \frac{(R-M)}{PE} \times 100 \quad \text{Éqn. 6.1}$$

où :

R est la concentration certifiée du gaz d'étalonnage (% ou ppm)

M est la moyenne des trois réponses du système de surveillance à la concentration faible, moyenne et élevée du gaz (% ou ppm)

PE est la valeur pleine échelle désignée de l'analyseur (% ou ppm)

6.3.1.5 Critères d'acceptation

Les résultats des analyseurs de SO₂ ou de NO_x ne doivent pas s'écarter de la valeur de référence de plus de 2,5 % (calculée à l'aide de l'équation 6.1), ou alternativement, du critère d'écart en valeur absolue alternée indiquée dans le tableau 3.

Les résultats des analyseurs de CO₂ et d'O₂ ne doivent pas s'écarter de la valeur de référence de plus de plus/moins 0,5 % de CO₂ ou d'O₂.

Une période de fonctionnement inacceptable se produit lorsque la vérification des bouteilles de gaz de la bouteille dépasse la spécification telle que présentée dans cette section.

6.3.1.6 Cas particulier de vérification trimestrielle de l'analyseur

Lorsque le SMECE est d'un type qui ne permet pas d'utiliser un gaz d'étalonnage en écoulement (par exemple certains analyseurs de type in situ installés avant le 31 décembre 2024), une vérification indépendante du rendement du SMECE doit être effectuée chaque trimestre, sauf s'il s'agit d'un trimestre au cours duquel il est prévu d'effectuer la VER. Pour ce faire, la réponse obtenue pour chaque gaz faisant l'objet d'une surveillance est comparée aux mesures faites à l'aide d'un analyseur portable, conforme aux spécifications de la méthode de référence correspondante (par exemple, NO_x, O₂). Les résultats de l'analyseur portable doivent être corrélés aux mesures du SMECE sur la même base (humidité, pression, etc.). La source de combustion doit fonctionner à une concentration représentative. L'analyseur portable doit être étalonné avec des gaz de catégorie « protocole » de concentration faible et élevée, adaptés à la valeur de la pleine échelle du SMECE permanent, il doit ensuite extraire un échantillon de gaz de cheminée à partir d'un point situé à moins de 0,3 m du parcours de mesure du SMECE permanent. Après une période de stabilisation, les mesures sont enregistrées toutes les minutes pendant 21 minutes en même temps que les relevés SCGD du SMECE permanent. La procédure d'extraction et d'enregistrement des résultats des gaz de cheminée est ensuite répétée pendant la prochaine période d'échantillonnage de même durée, et ainsi de suite, jusqu'à l'accomplissement d'au moins six (6) périodes d'essai de 21 minutes chacune. L'étalonnage de l'analyseur portable peut être vérifié, et si nécessaire ajusté, entre ces périodes de test de 21 minutes. L'exactitude relative des mesures correspondantes du SMECE est calculée à l'aide des équations 5.4 à 5.7 (section 5.3.5.6).

Dans le cadre de cette vérification, l'exactitude relative acceptable pour le SO₂ et le NO_x ne doit pas excéder 15,0 % de l'ER ou 15,0 ppm d'écart moyen en valeur absolue. Le niveau d'ER correspondant pour les analyseurs d'O₂ et de CO₂ ne doit pas excéder 15,0 % de l'ER ou 1,0 % d'écart moyen en valeur absolue. Dans cette section, « ou » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme solution alternative à l'ER. Une condition de fonctionnement inacceptable se produit lorsque le cas particulier de vérification trimestrielle de l'analyseur dépasse les spécifications.

6.3.1.7 Période de fonctionnement inacceptable

Cette période débute à la minute suivant la fin de l'essai et se termine à la minute après qu'une mesure corrective a été prise et que le système s'avère fonctionner de façon satisfaisante. Lorsqu'un analyseur ou un système est en période de fonctionnement inacceptable, les données qu'il génère sont jugées manquantes et ne peuvent être utilisées pour satisfaire à l'exigence sur la disponibilité du système. Les données manquantes doivent être remplacées conformément aux critères indiqués à la section 3.4.1.

6.3.2 Vérification portant sur la mesure du débit des gaz de cheminée

L'exactitude du dispositif de surveillance des gaz de cheminée doit être vérifiée tous les trimestres, soit en suivant les méthodes de référence (MR), soit b) en suivant la procédure débit-charge décrite à la section 6.3.3.

La vérification par la MR comprend trois vérifications consécutives (chacune d'une durée minimale de 30 minutes), afin de déterminer le poids moléculaire des gaz de cheminée (CO₂ et O₂), la température, la

vitesse et l'humidité. Les résultats moyens par la MR et les résultats du débit du SMECE sont ensuite comparés aux conditions standard.

E_f , l'écart moyen en valeur absolue entre les résultats par la MR et ceux du débit correspondant du SMECE est calculé comme suit :

$$E_f = \frac{1}{3 \times PE} \sum_{i=1}^3 |d_i| \quad \text{Éqn. 6.2}$$

Où :

d_i est la différence entre une valeur de la MR et une valeur correspondante du SMECE pour le i^e essai (m/s)

PE est la valeur de la pleine échelle du débitmètre du SMECE (m/s)

Les résultats acceptables sont les suivants : E_f inférieur ou égal à 10 % de la PE, ou écart moyen en valeur absolue inférieur ou égal à 1,2 m/s.

6.3.3. Analyse des données du rapport débit-puissance

Si la source produit exclusivement de l'électricité ou de la vapeur et que le trimestre comprend au moins 168 heures de données SMECE valides durant lesquelles la puissance électrique produite se situait à plus ou moins 10 % de la puissance moyenne notée au cours de la dernière VER, la moyenne du rapport débit-puissance est alors calculée à l'aide de l'équation 6.3.

$$R_h = \frac{Q_h}{L_h} \quad \text{Éqn. 6.3}$$

où :

R_h est le rapport trimestriel moyen débit-puissance, obtenu des heures pendant lesquelles la puissance électrique du groupe se situait à plus ou moins 10 % de la puissance moyenne notée au cours de la dernière VER, en (Rm³H/h)/MW ou (Rm³H/h)/(tonne de vapeur/h)

Q_h est moyenne des débits de gaz de cheminée au cours des heures du trimestre pendant lesquelles la puissance électrique du groupe se situait à plus ou moins 10 % de la puissance moyenne notée au cours de la VER, en Rm³H/h

L_h est la puissance électrique moyenne du groupe au cours des heures du trimestre pendant lesquelles la puissance électrique du groupe se situait à plus ou moins 10 % de la puissance moyenne notée au cours de la VER, en MW ou (tonne de vapeur/h)

Les périodes durant lesquelles divers combustibles sont mélangés, les périodes d'accroissement de puissance, de contournement de dépoussiéreur par voie humide et les autres périodes non représentatives doivent être exclues du calcul du R_h moyen. Dans le cas de groupes de production électrique fonctionnant moins de 1 500 heures par an, la base de données admissible peut englober les 12 mois précédents de fonctionnement du groupe.

E_{Δ} , est l'écart relatif en valeur absolue entre R_h et $R_{réf}$ (ce dernier étant basé sur la VER la plus récente et obtenu à l'aide de l'équation 5.8), il est calculé à l'aide de l'équation 6.4.

$$E_{\Delta} = \frac{|R_h - R_{réf}|}{R_{réf}} \times 100 \quad \text{Éqn. 6.4}$$

où :

E_{Δ} est l'écart en valeur absolue entre le rapport débit-puissance moyen, et le rapport débit-puissance de référence en %

R_h est le rapport débit-puissance moyen, tel que calculé par l'équation 6.2

$R_{réf}$ est le rapport de débit-puissance de référence de la VER la plus récente, tel que calculé par l'équation. 5.8

Les résultats du rapport débit-puissance sont acceptables si :

$E_{MW \text{ ou } \Delta_q}$ est inférieur ou égal à 10 % pour les puissances supérieures ou égales à 60 MW de puissance électrique ou 274 (tonnes de vapeur/h)

$E_{MW \text{ ou } \Delta_q}$ est inférieur ou égal à 15 %, pour les puissances inférieures à 60 MW de puissance électrique ou 274 (tonnes de vapeur/h)

Les paramètres clés des vérifications trimestrielles du rendement sont résumés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Résumé des évaluations quotidiennes et trimestrielles du rendement

Paramètre	Composant	Concentration	Spécification	Références	
				spécification	Procédure d'essai
Vérifications quotidiennes du rendement					
Dérive de l'étalonnage sur 24 heures	Analyseurs de SO ₂ , de NO _x et de CO	Concentration faible (0 à 20 % de la PE)	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 2,5 % de l'écart entre les PE* ou inférieure ou égale à plus/moins 2,5 ppm d'écart en valeur absolue*	6.2.1	6.2.1.1 à 6.2.1.8
		Concentration élevée (80 à 100 % de la PE)	Valeur inférieure ou égale à plus/moins 5,0 % de l'écart entre les PE* ou inférieure ou égale à plus/moins 2,5 ppm d'écart en valeur absolue*		
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	Concentration faible (0 à 20 % de la PE) Concentration élevée (80 à 100 % de la PE)	Toutes les concentrations inférieures ou égales à plus/moins 0,5 % d'O ₂ ou de CO ₂ d'écart en valeur absolue*		
	Débitmètre de gaz de cheminée	Concentration faible (0 à 20 % de la PE) Concentration élevée (50 à 70 % de la PE)	Toutes les concentrations sont inférieures ou égales à plus/moins 3,0 % d'écart de la PE* ou 0,6 m/s d'écart en valeur absolue. *		
Évaluations trimestrielles du rendement					
Vérifications de linéarité des analyseurs (VBG)	Analyseurs de SO ₂ , NO _x , et de CO	(0 à 20 % de la PE) (40 à 60 % de la PE) (80 à 100 % de la PE)	Toutes les concentrations, inférieures ou égales à plus ou moins 2,5 % d'écart moy. de la PE, ou inférieures ou égales à plus/moins 5 ppm d'écart moy. en val. abs.	6.3.1.5	6.3.1.1 à 6.3.1.4
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	(0 à 20 % de la PE) (40 à 60 % de la PE)	Toutes les valeurs des concentrations, écart moyen en		

		(80 à 100 % de la PE)	valeur absolue inférieures ou égales à plus/moins 0,5 % d'O ₂ ou CO ₂		
Méthode « VGB » alternative**	Analyseurs de SO ₂ , de NO _x et de CO	Supérieure ou égale à 6 exécutions simultanées de la MR	ER inférieure ou égale à 15 % <u>ou</u> inférieure ou égale à 15 ppm d'écart moyen en valeur absolue	6.3.1.6	6.3.1.6
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	Supérieure ou égale à 6 exécutions simultanées de la MR	ER inférieure ou égale à 15 % <u>ou</u> inférieure ou égale à 1,0 % d'écart moyen en valeur absolue		
Mesure du débit des gaz de cheminée alternative	Essai de débit par la MR	Plus de 3 cycles d'essai par la MR, chacun d'une durée supérieure ou égale à 30 minutes	Écart entre les moyennes simultanées obtenues par la MR et par le SMECE doit être inférieur ou égal à plus/moins 10 % de la PE <u>ou</u> inférieur ou égal à plus/moins 1,2 m/s	6.3.2	6.3.2
	Analyse débit-puissance	Puissance électrique supérieure ou égale à 60 Mj/s ou puissance thermique supérieure ou égale à 171 MJ/s	Valeur inférieure ou égale à plus ou moins 10 % d'écart en valeur relative dans les rapports débit-puissance	6.3.2	6.3.3
		Puissance électrique inférieure à 60 MJ/s ou puissance thermique inférieure à 171 MJ/s	Valeur inférieure ou égale à plus ou moins 15 % d'écart en valeur relative dans les rapports débit-puissance		

*Fonctionnement inacceptable : plus de deux fois supérieure à la spécification

** Pour les analyseurs installés avant 2024 qui ne permettent pas d'utiliser un gaz d'étalonnage en écoulement

Dans ce tableau, « ou » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme spécification alternative.

6.3.4 Mesures au moyen du facteur F

Le SMECE de mesure au moyen du facteur F utilise des compteurs de combustible qui servent à déterminer le taux d'apport de chaleur (GJ/h) au groupe de combustion et aux analyseurs de gaz de cheminée pour mesurer les concentrations de polluants (SO₂, NO_x, CO, en ppm) et de diluants (O₂, CO₂ en %). Des facteurs F de combustion (Rm³/GJ) sont ensuite appliqués pour calculer les taux d'émission (kg/h). (Annexe B, B.2 Flux d'énergie à l'alimentation - mesure des débits de combustible). Leurs analyseurs de gaz de cheminée doivent effectuer les évaluations quotidiennes et trimestrielles du rendement du tableau 6, à l'exception de celles des dispositifs de surveillance des gaz de cheminée, et satisfaire aux spécifications correspondantes du tableau 6. Durant les trimestres au cours desquels la vérification de l'exactitude relative (ER) est effectuée, on s'abstient de réaliser la vérification des bouteilles de gaz (VGB).

Il est possible d'évaluer la surveillance de l'apport de chaleur au moyen d'une analyse chaleur-puissance similaire à celle décrite à la section 6.3.3 pour l'analyse débit-puissance. Cependant, cet exercice théorique fournit une indication générale relative à l'exactitude (entre plus/moins 10 et plus/moins 15 % de différence avec le rapport calculé pour les conditions de la VER en fonction du débit de puissance thermique) et ne permet pas de déterminer le fonctionnement inacceptable.

Dans les SMECE à mesure au moyen du facteur F, l'apport de chaleur au groupe de combustion doit être surveillé en permanence et les données réduites à des moyennes horaires. Un compteur de combustible certifié ou un compteur de facturation commercial peut être utilisé.

La fréquence de certification et de réétalonnage des compteurs doit être conforme à la version la plus récente des normes consensuelles applicables (ASME, API, AGA, ISO, citées dans l'annexe D du règlement CFR, titre 40, partie 75, sections 2.3.5. et 2.3.6). Le manuel relatif au PAQ doit mentionner le type de compteur, la norme d'étalonnage et la date de chaque réétalonnage. Il peut être nécessaire d'effectuer une détermination périodique supplémentaire du pouvoir calorifique supérieur (PCS) du combustible pour démontrer que l'apport de chaleur horaire au SMECE est précis à plus ou moins 2,0 % de la PE. La valeur de la PE du combustible est celle qui correspond à l'apport maximal de chaleur au groupe de production.

Le compteur de facturation commercial est soumis aux conditions suivantes :

- a) Un débitmètre pour gaz ou pétrole utilisé pour la facturation commerciale est jugé satisfaisant pour fournir la puissance thermique horaire du SMECE, si moins de 5,0 % du débit mesuré est détourné pour des utilisations autres que le groupe de combustion.
- b) Il peut être nécessaire d'effectuer une détermination périodique supplémentaire du pouvoir calorifique supérieur (PCS) du combustible pour démontrer que l'apport de chaleur horaire au SMECE est précis à plus ou moins 2,0 % de la PE.

Les procédures de vérification du composant relatif à l'apport de chaleur du SMECE doivent être décrites dans le manuel PAQ et réalisées à la fréquence recommandée.

Les VER annuelles ou semestrielles sont jugées réussies si : a) le compteur de combustible est conforme aux prescriptions du manuel relatif au PAQ en matière de débitmètres, et b) les analyseurs de gaz de cheminée sont conformes à la l'exactitude relative (ER) ou aux limites alternatives des tableaux 6 ou 7. Autrement, le fonctionnement du SMECE sera inacceptable. La section 6.4.2 Exemptions de vérification semestrielle est applicable aux SMECE de mesure au moyen d'un facteur F.

6.4 Vérifications semestrielles du rendement

La vérification semestrielle du rendement comporte deux procédures d'essai : un essai d'exactitude relative et un essai d'erreur systématique. Ces essais sont effectués pour chaque polluant et gaz diluant mesuré ainsi que pour le débit et l'humidité des gaz de cheminée (le cas échéant). Le tableau 7 présente un résumé de ces vérifications.

6.4.1 Essais d'exactitude relative et d'erreur systématique

Cette section présente les procédures d'exécution des tests d'exactitude relative et de biais, les critères d'acceptation et la fréquence d'évaluation.

6.4.1.1 Fréquence et coordination des vérifications

L'exactitude relative et l'erreur systématique doivent faire l'objet d'essais deux fois par an, à au moins quatre mois d'intervalle. Des vérifications des bouteilles de gaz (VBG) doivent être effectuées lors des trimestres sans évaluation VER.

6.4.1.2 Procédures d'essai

L'exactitude relative et l'erreur systématique doivent faire l'objet d'essais conformément aux procédures et aux calculs des sections 5.3.5 et 5.3.6. Un seul niveau d'exploitation des installations, celui que la source utilise à ce moment-là, doit faire l'objet d'un essai.

6.4.1.3 Critères d'acceptation

Les spécifications de rendement des sections 5.1.5 et 5.1.6 doivent être respectées, selon les paramètres que le SMECE analyse. L'essai d'erreur systématique et les spécifications de la section 5.3.6 doivent être suivis.

6.4.1.4 Période de fonctionnement inacceptable

Il y a période de fonctionnement inacceptable lorsque les résultats d'un essai d'exactitude relative ou d'erreur systématique sont supérieurs aux spécifications de la section 6.4.1.4. Cette période débute à la minute suivant la fin de l'essai et se termine à la minute après qu'une mesure corrective a été prise et que le système s'avère fonctionner de façon satisfaisante. Lorsqu'un analyseur, un dispositif de surveillance ou un système est en période de fonctionnement inacceptable, les données qu'il génère sont jugées manquantes et ne peuvent être utilisées pour satisfaire à l'exigence sur la disponibilité du système. Les données manquantes doivent être remplacées conformément aux critères indiqués à la section 3.4.1.

6.4.2 Exemptions de vérification semestrielle

L'essai semestriel peut faire l'objet d'une dispense et n'être réalisé qu'une fois par an si tous les critères listés ci-après ont été respectés, selon les paramètres de surveillance que le SMECE analyse :

- La disponibilité du système est supérieure à 90 % par an.
- Les essais VBG sont effectués avec des gaz d'essai en écoulement.
- Les **deux** évaluations VER précédentes ont été réussies dès la première tentative (au moyen d'une ER inférieure ou égale à 10 % ou de la spécification alternative)
- Les sources qui fonctionnent moins de 1 500 heures par an sont dispensées des évaluations semestrielles.
Dans ces sources, la VER doit être effectuée tous les 2 ans.

6.5 Vérifications annuelles du rendement

6.5.1 Disponibilité

La disponibilité du SMECE pour chaque polluant pour chaque analyseur de gaz diluant ou chaque débitmètre et dispositif de surveillance de la température est calculée à l'aide de l'équation 3.1 de la section 3.4. Pour les groupes qui fonctionnent plus de 1 500 heures par an, le taux doit être d'au moins 90 % par an. La disponibilité du SMECE pour les groupes qui fonctionnent moins de 1 500 heures par an devrait être d'au moins 80 % par an.

6.5.2 Inspection indépendante

Le SMECE et le programme d'AQ/CQ doivent faire l'objet d'une vérification par un inspecteur indépendant tous les 12 mois, plus/moins 1 mois. L'inspecteur doit examiner le PAQ, le fonctionnement du SMECE et les autres dossiers associés pour déterminer si le PAQ est respecté. L'inspecteur est

également tenu de noter toute modification du système ou des procédures depuis l'inspection précédente et de rédiger un rapport concis sur les points suivants :

- Recensement du site et de la source
- Recensement de l'examineur indépendant
- Brève description de la source d'émission et du SMECE, notamment du réglage de la pleine échelle (PE) des analyseurs et des dispositifs de surveillance (la description peut être omise dans les rapports annuels ultérieurs, à moins qu'il n'y ait eu des changements importants)

Existence d'un PAQ écrit, conformément au tableau 5 du document

FICHE TECHNIQUE

- Période évaluée
- Heures totales de fonctionnement de la source
- Heures totales de données SMECE de qualité vérifiée, coïncidant avec le fonctionnement de la source
- Heures totales de fonctionnement inacceptable pour chaque analyseur ou dispositif de surveillance
- Heures totales de données substituées pour chaque analyseur ou dispositif de surveillance
- Résultats des essais trimestriels de rendement (VBG, vérification des débits, le cas échéant)
- Résultats des évaluations semestrielles ou annuelles (VER)

DESCRIPTION

Discussion des problèmes de non-conformité, des mesures correctives à prendre en cas de fonctionnement inacceptable et recommandations pour améliorer le rendement du SMECE.

6.6 Critères d'acceptabilité des procédures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité

Un nombre excessif de périodes répétées de fonctionnement inacceptable au cours des vérifications trimestrielles ou semestrielles indique que les procédures d'AQ/CQ sont inadéquates ou que le SMECE n'est pas en mesure de produire des données acceptables. Des périodes de fonctionnement inacceptables répétées en raison d'une même cause doivent faire l'objet d'une enquête, et des mesures correctives doivent être prises. Si la prise de telles mesures ne permet pas de mettre fin à ces périodes de fonctionnement inacceptable, il pourra alors être nécessaire de remplacer le système de surveillance.

6.7 Exigences en matière de rapports d'assurance de la qualité

L'opérateur du SMECE doit préparer un rapport concis des résultats des vérifications du rendement effectuées au cours du trimestre dans les 30 jours suivant la fin de chaque trimestre. Les données quotidiennes sur la dérive de l'étalonnage quotidien doivent être résumées sous forme de graphique de contrôle pour chaque analyseur du SMECE. Pour les sources fonctionnant plus de 1 500 heures par an, les résultats trimestriels des vérifications des bouteilles de gaz portant sur trois concentrations et des essais de débit doivent être consignés, ainsi que ceux de tous les essais d'exactitude relative et d'erreur systématique effectués au cours du trimestre.

Le rapport doit au minimum contenir les informations suivantes :

- Propriétaire et adresse de la source/du SMECE ;
- Identification (fabricant, modèle, numéro de série et pleine échelle et emplacement des analyseurs SMECE) ;
- Graphiques de contrôle quotidien de la dérive pour chaque analyseur ;
- VER (le cas échéant) et résultats trimestriels des vérifications des bouteilles de gaz portant sur trois concentrations ;
- Résultats de l'évaluation du système, les observations et les recommandations ; et
- Résumé de toutes les mesures correctives prises en cas de fonctionnement inacceptable des SMECE (ou des analyseurs).

Lors de chaque quatrième trimestre, le rapport doit également inclure la disponibilité annuelle.

Un résumé des principales spécifications des vérifications semestrielles ou annuelles du rendement est présenté dans le tableau 7.

Tableau 7 : Résumé des vérifications semestrielles ou annuelles du rendement

Paramètre	Composant	Concentration	Spécification	Références	
				Spécification	Procédure d'essai
Vérification de l'exactitude relative (VER)	Analyseurs de SO ₂	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 15 ppm d'écart moyen en valeur absolue	5.1.5	5.3.1 à 5.3.5.6
	Analyseurs de NO _x et de CO	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 8 ppm d'écart moyen en valeur absolue		
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 1,0 % d'O ₂ (ou de CO ₂) d'écart moyen en valeur absolue		
	Débitmètre de gaz de cheminée	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 0,6 m/s d'écart moyen en valeur absolue		
	Température des gaz de cheminée	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 10 °C d'écart moyen en valeur absolue		
	Dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 10,0 % de l'ER <u>ou</u> inférieure ou égale à 1,5 % H ₂ O d'écart moyen en valeur absolue		
Erreur systématique	Analyseurs de SO ₂ , de NO _x et de CO	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 5 ppm d'écart en valeur absolue	5.1.6	5.3.6
	Analyseurs d'O ₂ et de CO ₂	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 0,5 % d'écart en valeur absolue		

	Débitmètre de gaz de cheminée	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 0,6 m/s d'écart en valeur absolue		
	Température des gaz de cheminée	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 10 °C d'écart en valeur absolue		
	Dispositif de mesure de l'humidité du gaz de cheminée	Niveau de charge représentative	Valeur inférieure ou égale à 5,0 % de la PE <u>ou</u> inférieure ou égale à plus/moins 1,5 % d'écart en valeur absolue		
Mesure au moyen du facteur F	Compteur de combustible	Niveau de charge représentative	Valeur de l'apport de chaleur étalonnée inférieure ou égale à plus/moins 2,0 % de la PE ou compteur de facturation commerciale		
Disponibilité du SMECE	Groupes fonctionnant 1 500 h/an ou plus	-	Valeur supérieure ou égale à 90 % par an	6.5.1	3,4
	Groupes fonctionnant moins de 1 500 h/an	-	Valeur supérieure ou égale à 80 % par an		
Inspection indépendante	-	-	Évaluation par un inspecteur indépendant	6.5.2	-

Dans ce tableau, « ou » désigne une spécification que l'opérateur peut appliquer comme spécification alternative. Une condition de fonctionnement inacceptable se produit lors d'un dépassement des spécifications de l'ER et de l'erreur systématique et de la spécification alternative correspondante (et pas uniquement l'une des deux spécifications).

Section 7.0 Détermination des émissions de dioxyde de carbone

Cette section fournit une estimation du CO₂ des gaz d'échappement de combustion en surveillant le niveau d'O₂ des gaz d'échappement ou le niveau de CO₂ sur une base humide et sèche.

7.1 Introduction

Le SMECE constitue une technique appropriée pour quantifier les émissions de CO₂ provenant de sources ponctuelles fixes dans les installations désignées par le Programme de déclaration des gaz à effet de serre d'ECCC. Il peut s'agir d'une option intéressante pour les groupes de combustion importants et déjà équipés d'un SMECE pour SO₂ ou NO_x et d'un débitmètre volumétrique des gaz de cheminée. Dans le cadre d'une telle application, le SMECE de CO₂ doit faire l'objet d'activités d'AQ similaires à celles décrites dans les sections 5 et 6.

À l'heure actuelle, les SMECE sont en mesure de quantifier les émissions totales de CO₂, mais ne sont pas capables de différencier les sources fossiles de celles provenant de biomasse. Si la source surveillée consomme les deux types de combustibles, il convient de suivre les directives de la version la plus récente des exigences relatives à la quantification des gaz à effet de serre du Canada d'ECCC.

Les émissions massiques annuelles de CO₂ doivent être calculées à partir des débits d'émission massiques horaires moyens des SMECE, à l'aide de l'équation 7.1.

$$E_u = \frac{\sum_{h=1}^{Hr} DE_h T_h}{1000} \quad \text{Éqn. 7.1}$$

Où :

E_u représente les émissions de CO₂ provenant de la source de combustion « u » au cours d'une année civile, en tonnes

DE_h est le débit d'émission massique de CO₂ par heure de la source de combustion, en kg/hr

T_h est la durée de fonctionnement de la source de combustion, en heures ou en fraction d'heure

Hr est le nombre de taux horaires d'émission de CO₂ au cours de l'année civile

1 000 kg par tonne

Les débits horaires moyens d'émission massique de CO₂, en kg/heure, doivent être calculés selon les équations 7.2 à 7.6, ou par la procédure de substitution de valeurs aux données manquantes mentionnée en section 3.4.1.

7.2 Systèmes de mesure du dioxyde de carbone humide

Lorsque la concentration et le débit de CO₂ dans les gaz de cheminée sont mesurés à l'état humide, le débit horaire moyen d'émission massique de CO₂ doit être calculé à l'aide de l'équation 7.2

$$DE_h = 1,799 Q_h CO_{2,h} \quad \text{Éqn. 7.2}$$

Où :

DE_h est le débit d'émission massique de CO₂ par heure de la source de combustion, en kg/hr

1,799 est la densité du CO₂ en kg/Rm³ aux conditions de référence d'ECCC

Q_h est le débit volumétrique horaire moyen des gaz de cheminée en Rm^3H/h

$CO_{2,h}$ est la concentration horaire moyenne de CO_2 à l'état humide dans les gaz de cheminée, en pourcentage en volume

7.3 Systèmes de mesure du dioxyde de carbone sec

Lorsque la concentration de CO_2 dans les gaz de cheminée est mesurée sur une base sèche et que le débit des gaz de cheminée est mesuré sur une base humide, le débit horaire moyen d'émission massique de CO_2 doit être calculé à l'aide de l'équation 7.3.

$$DE_h = 1.799 Q_h CO_{2,s} (1 - H_2O) \quad \text{Éqn. 7.3}$$

Où :

DE_h est le débit d'émission massique de CO_2 par heure de la source de combustion, en kg/hr

1,799 est la densité du CO_2 en kg/Rm^3

Q_h est le débit volumétrique horaire moyen des gaz de cheminée en Rm^3H/h

$CO_{2,s}$ est la concentration horaire moyenne de CO_2 dans les gaz de cheminée, en fraction du volume sec.

H_2O est la teneur en humidité horaire moyenne des gaz de cheminée, en fraction du volume

7.4 Systèmes de mesure de l'oxygène humide

En ce qui concerne la combustion de combustibles de composition connue (tels que ceux référencés au tableau A-1 de l'annexe A), sans ajout d'eau, de vapeur ou de CO_2 provenant de la calcination, il est possible de calculer les concentrations de CO_2 et de H_2O des gaz d'échappement de la combustion en surveillant la concentration d' O_2 de ces gaz. Dans une telle situation, les dispositions d'assurance qualité des sections 5 et 6 doivent être appliquées en ce qui concerne les gaz de référence O_2 , mais les VER requises devront être effectuées sur la base du pourcentage de CO_2 calculé.

Lorsque la concentration et le débit en O_2 des gaz de cheminée sont mesurés sur une base humide, la concentration horaire moyenne de CO_2 sur une base humide doit être calculée à l'aide de l'équation 7.4, puis le débit d'émission massique doit être calculé à l'aide de l'équation 7.2.

$$CO_{2h} = \frac{100 F_c}{20,9 F_s} [20,9(1 - H_2O) - O_{2h}] \quad \text{Éqn. 7.4}$$

Où :

CO_{2h} est la concentration horaire moyenne de CO_2 , calculée pendant le fonctionnement du groupe, en tant que fraction du volume humide

F_c est le rapport du volume de dioxyde de carbone produit par la combustion d'un combustible donné à la quantité de chaleur produite (annexe A, équation A-13)

F_s est le rapport du volume stœchiométrique de gaz sec produit par la combustion dans l'air d'un combustible donné à la quantité de chaleur produite (Annexe A, équation A-11)

H_2O est la teneur en humidité des gaz de cheminée, fraction volumétrique

O_{2h} est concentration horaire moyenne d' O_2 pendant le fonctionnement du groupe, en fraction du volume à l'état humide

Pour toute heure où l'équation 7.4 résulte en une moyenne négative de CO₂, la moyenne de CO₂ pour cette heure doit être enregistrée à une valeur de 0,0 % de CO_{2h}. La teneur en humidité des gaz de cheminée peut être calculée à l'aide de l'équation B-5 et du tableau B-1 de l'annexe B. D'autres systèmes de surveillance de l'humidité des gaz de cheminée peuvent être utilisés, à condition qu'ils soient en mesure de calculer, sur une base annuelle, le H₂O des gaz de cheminée avec un pourcentage d'erreur inférieur à 1,5 %.

7.5 Systèmes de mesure de l'oxygène sec

En ce qui concerne la combustion de combustibles de composition connue (tels que ceux référencés au tableau A-1 de l'annexe A), sans ajout d'eau ou de vapeur, ni libération de CO₂ par calcination ou autres réactions secondaires majeures, il est possible de calculer les concentrations de CO₂ sec des gaz d'échappement en surveillant le niveau d'O₂ de ces gaz. Dans une telle situation, les dispositions d'assurance qualité des sections 5 et 6 doivent être appliquées en ce qui concerne les gaz de référence O₂, mais toutes les VER requises devront être effectuées sur la base du pourcentage de CO₂ calculé.

Lorsque la concentration d'O₂ dans les gaz de cheminée est mesurée sur une base sèche, la concentration horaire moyenne de CO₂ sec doit être calculée à l'aide de l'équation 7.5, puis le débit d'émission massique doit être calculé à l'aide de l'équation 7.3.

$$CO_{2s} = \frac{100 F_c}{20,9 F_s} [20,9 - O_{2s}] \quad \text{Éqn. 7.5}$$

Où :

CO_{2s} est la concentration horaire moyenne de CO₂ pendant le fonctionnement du groupe, pourcentage en volume, base sèche

F_c est le rapport du volume de CO₂ produit par la combustion d'un combustible donné à la quantité de chaleur produite (annexe A, équation A-13)

F_s est le rapport du volume stœchiométrique de gaz sec produit par la combustion dans l'air d'un combustible donné à la quantité de chaleur produite (annexe A, équation A-11)

O_{2s} est la concentration horaire moyenne d'O₂ pendant le fonctionnement du groupe, pourcentage en volume, base sèche

Pour toute heure où l'équation 7.5 résulte en une valeur négative de CO₂, la valeur de CO₂ pour cette heure doit être enregistrée à une valeur de 0,0 % de CO_{2h}.

Glossaire

Dans le présent document

« **Air zéro** » désigne un air très pur ou un gaz inerte, comme l'azote, présentant une concentration inférieure à 0,1 ppm v/v du gaz analysé, ou inférieure à 0,1 % de la capacité, selon la valeur la plus élevée. Il peut s'agir a) d'un mélange gazeux certifié par le fournisseur, b) d'air ambiant conditionné par un générateur d'air zéro homologué, ou c) d'air ambiant conditionné et purifié fourni par un système de conditionnement fournissant simultanément de l'air de dilution au SMECE. Cela équivaut à un gaz d'étalonnage de concentration zéro pour le SO₂, le NO_x et le CO

« **Analyseur** » désigne le dispositif qui mesure la concentration de polluant ou de diluant dans le système d'évacuation d'une source d'émission

« **Autorité de réglementation compétente** » désigne tout gouvernement fédéral, provincial, territorial ou local disposant ou pouvant disposer d'un pouvoir de réglementation ou autre sur les émissions faisant l'objet d'une surveillance

« **Capacité maximum** » indique la valeur supérieure de la plage d'utilisation d'un analyseur

« **Charge** » correspond au taux de production ou de sortie d'un groupe de traitement industriel (par exemple la production électrique d'un bloc d'alimentation ou la masse de vapeur d'une chaudière)

« **Charge représentative** » désigne le niveau de fonctionnement requis par l'autorité de réglementation compétente, ou le niveau de fonctionnement prévalant au moment où la VER est effectuée

« **Conditions de référence** » désignent celles à une pression de 101,325 kPa et à une température de 25 °C

« **PE** » signifie capacité maximum

« **Contrôle de l'étalonnage** » désigne la procédure consistant à tester un dispositif par rapport à une norme de référence connue, sans ajuster sa sortie

« **Dérive** » correspond à un changement indésirable à la sortie du SMECE au cours d'une certaine période et qui n'est pas lié au signal d'entrée ou à des modifications de l'équipement

« **Dérive de l'étalonnage** » désigne l'écart entre 1) les résultats d'un analyseur à un gaz de référence et la valeur connue de ce dernier, 2) la réponse d'un débitmètre à un signal de référence et la valeur connue de ce dernier

« **Débitmètre** » indique le composant du système de surveillance continue des émissions permettant de mesurer la vitesse et la température réelle du débit d'émission de gaz

« **Données brutes** » s'entendent de la valeur originale, non manipulée, obtenue d'un analyseur ou d'un appareil de mesure

« **Données valides** » s'entendent de données de qualité connue et documentée satisfaisant, au minimum, aux exigences du présent document

« **Disponibilité** » indique le nombre d'heures de surveillance valides, divisé par le nombre d'heures pendant lesquelles les groupes de combustion brûlent du combustible

« **Étalonnage** » désigne la procédure consistant à tester un dispositif pour l'amener à une valeur souhaitée (comprise dans une tolérance spécifiée) pour une valeur d'entrée particulière (généralement la valeur de la norme de référence)

« **Erreur systématique** » désigne l'erreur systématique se traduisant par des mesures étant constamment inférieures ou supérieures à la valeur de référence. Il y a erreur systématique lorsque la différence entre les données du système de surveillance continue des émissions et celles de la méthode de référence est supérieure à l'erreur aléatoire

« **Exactitude** » désigne le degré avec lequel les résultats d'un calcul ou les lectures d'un appareil de mesures s'approchent de la valeur réelle des quantités calculées ou mesurées

« **Exactitude relative** » désigne la différence moyenne en valeur absolue entre une série de mesures effectuées simultanément par un système de surveillance continue des émissions et par une méthode de référence appropriée, à laquelle s'ajoute le coefficient de confiance interne à 2,5 % d'erreur, divisée par la moyenne des mesures de la méthode de référence

« **Gaz de protocole** » désigne un mélange de gaz d'étalonnage préparé et analysé conformément Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards de l'EPA, mai 2012, EPA-600/R-12/531, lequel pourra être modifié de temps à autre

« **Gaz d'étalonnage** » désigne la concentration connue (1) d'un gaz dont la traçabilité peut être établie soit jusqu'à un matériau de référence standard, soit jusqu'au National Institute of Standards and Technology des États-Unis, (2) d'un gaz de référence certifié autorisé, ou (3) d'un gaz de catégorie « Protocol » de l'Environmental Protection Agency des États-Unis

« **Groupe de production** » désigne un appareil de combustion alimenté par un combustible et utilisé pour la production d'électricité

« **Heure valable** » désigne une heure pendant laquelle le groupe de combustion brûle du combustible et pendant laquelle le système associé de surveillance continue des émissions génère au minimum l'équivalent de 45 minutes de données valides.

« **Méthode de référence** » désignent toute méthode d'ECCC applicable à la mesure du débit des gaz de cheminée et des concentrations, telle que les méthodes A à F, ou celles d'une autorité de réglementation compétente, telles que les méthodes 1, 2, 2F, 2G, 2H, 3A, 4, 6C, 7E et 10 de l'EPA des États-Unis

« **Oxydes d'azote** » désignent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), collectivement appelés « dioxyde d'azote ».

« **Période de mise en service** » correspond à une période de rodage recommandée, au cours de laquelle un système de surveillance continue des émissions échantillonne et analyse les émissions de gaz de cheminée avant que l'ensemble d'essais d'homologation n'ait lieu

« **Période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel** » désigne une période obligatoire de 168 heures suivant l'installation d'un nouveau système de surveillance continue des émissions, au cours de laquelle la plupart des essais portant sur les spécifications du rendement sont effectués

« **Période de fonctionnement inacceptable** » désigne une période pendant laquelle les résultats de l'analyseur, du débitmètre ou du système de collecte et de gestion des données ne représentent pas les émissions de la cheminée avec exactitude

« **Plage** » désigne l'écart mathématique entre les limites supérieure et inférieure d'un groupe de valeurs à l'intérieur duquel une quantité est mesurée, reçue ou transmise

« **Plage de mesure** » désigne un intervalle de concentration nominal, pour lequel le fabricant précise la linéarité, la dérive et la sensibilité croisée de l'analyseur

« **Point de données** » correspond à la sortie du signal provenant d'un analyseur ou d'un dispositif de surveillance, mesurée à une fréquence de balayage au moins aussi rapide que le temps de réponse de l'analyseur

« **Précision** » désigne la mesure de l'intervalle des valeurs d'un ensemble de mesures répétées. Elle constitue une indication de la reproductibilité des observations.

« **Production nette d'énergie** » désigne la production brute d'énergie moins la consommation en énergie nécessaire au fonctionnement des groupes

« **Rejet d'interférence** » désigne la capacité d'un système de surveillance continue des émissions à mesurer une espèce gazeuse sans réagir, dans des limites définies, à d'autres gaz ou substances

« **Spécifications de rendement** » désigne les lignes directrices permettant de contrôler l'acceptabilité du SMECE au moment de son installation et lorsque cela est spécifié dans les règlements

« **Substitution** » désigne le remplacement des données de surveillance sur une période non contrôlée au moyen d'une technique approuvée par une autorité de réglementation compétente

« **Système de surveillance continue des émissions** » désigne l'ensemble des équipements de prélèvement et de conditionnement des gaz d'échappement, de calcul des émissions et d'enregistrement des données

« **Système de qualité** » désigne un système structuré représentant les politiques, les objectifs, les principes, l'autorité organisationnelle, les responsabilités, la responsabilisation et le plan de mise en œuvre d'un organisme en vue d'assurer la qualité de ses processus de travail, de ses produits et services et de ses activités

« **Taux d'apport de chaleur** » désigne le produit de la valeur calorifique supérieure du combustible par le débit d'alimentation en combustible de l'appareil de combustion, mais n'inclut pas la chaleur amenée par l'air de combustion préchauffé, par des gaz de combustion recirculés ou par des gaz produits par d'autres sources

« **Unités de la norme** » désignent toute limite d'émission applicable fixée par ECCC ou par une autorité de réglementation compétente

Unités, abréviations et acronymes

Dans le présent document,

d	Écart en valeur absolue
AQ	Assurance de la qualité
BTU	Unité thermique britannique
CFR	Code of Federal Regulations (des États-Unis)
cm	Centimètre
PE	Pleine cehelle
CO ₂	Dioxyde de carbone
CQ	Contrôle de la qualité
DEL	Diodes électroluminescentes
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EPA	Environmental Protection Agency des États-Unis
ER	Exactitude relative
Facteurs F	Facteurs de combustion F_c , F_s , ou F_h
F_c	Rapport du volume de dioxyde de carbone produit par la combustion d'un combustible donné à la quantité de chaleur produite (Rm^3/MJ)
FCES	Facteur de correction de l'erreur systématique
FEO	Fabricant d'équipement d'origine
F_h	Rapport du volume stœchiométrique de gaz sec produit par la combustion à l'air sec d'un combustible donné et la quantité de chaleur produite ($\text{Rm}^3\text{S}/\text{MJ}$)
F_s	Rapport du volume stœchiométrique de gaz sec produit par la combustion dans l'air d'un combustible donné à la quantité de chaleur produite ($\text{Rm}^3\text{S}/\text{MJ}$)
g/GJ	Grammes par gigajoule
GJ/h	Gigajoules par heure
GJ/MWh	Gigajoules par mégawattheure
H ₂ O%	Teneur en humidité des gaz de cheminée (% v/v)
ISO	Organisation internationale de normalisation

K	Degrés Kelvin
kg/GJ	Kilogrammes par gigajoule
kg/h	Kilogrammes par heure
kg/MWh	Kilogrammes par mégawattheure
kg/Rm ³	Kilogrammes par mètre cube de gaz aux conditions de référence
kJ/kg	Kilojoule par kilogramme
kPa	Kilopascal
m/s	Mètres par seconde
m ³ /GJ	Mètres cubes par gigajoule
m ³ /kg-mol	Mètres cubes par kilogramme-mole
m ³ /s	Mètres cubes par seconde
MJ/MWh	Mégajoules par mégawattheure
MJ/s	Mégajoules par seconde
moy	Moyenne
MR	Méthode de référence
MW	Mégawatt
MWh	Mégawattheure
ng/J	Nanogrammes par joule
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes nitriques (NO + NO ₂)
°C	Degré Celsius
PCS	Pouvoir calorifique supérieur
PEO	Période d'essai démontrant que le SMECE est opérationnel
ppm	Parties par million
P _{réf}	Pression de référence d'ECCC, soit 101,325 kPa
Rm ³ /GJ	Mètre cube de gaz aux conditions de référence, par gigajoule
Rm ³ /h	Mètre cube de gaz aux conditions de référence, par heure
Rm ³ /MJ	Mètre cube de gaz aux conditions de référence, par mégajoule

Rm ³ /MWh	Mètre cube de gaz aux conditions de référence, par mégawattheure
Rm ³ H/GJ	Mètre cube de gaz humide aux conditions de référence, par gigajoule
Rm ³ H/h	Mètre cube de gaz humide aux conditions de référence, par heure
Rm ³ H/MJ	Mètre cube de gaz humide aux conditions de référence, par mégajoule
Rm ³ H/MWh	Mètre cube de gaz humide aux conditions de référence, par mégawattheure
Rm ³ S/GJ	Mètre cube de gaz sec aux conditions de référence, par gigajoule
Rm ³ S/MJ	Mètre cube de gaz sec aux conditions de référence, par mégajoule
SMECE	Système de mesure et d'enregistrement en continu des émissions
SO ₂	Dioxyde de soufre
v/v	Base volume par volume
VER	Vérification de l'exactitude relative

Bibliographie

Références générales

- Questions et réponses sur la révision du code SMECE de l'Alberta, (décembre 2018)
- Alberta Environmental Protection, Continuous Emission Monitoring System (SMECE) Code, 111 pages (avr. 2021)
- Alberta Environmental Protection, Electronic reporting of continuous emission monitoring (CEMS) information user manual. Version 3, Section 10 (backfilling, pages 34-37, consulté le 17 août 2022)
- ECCC, Méthode de référence en vue d'essais aux sources : Mesure des rejets de particules de sources fixes (méthodes G à I, 2017)
- ECCC, Méthode de référence : mesure des rejets de particules de sources fixes (méthodes A à F, 2014)
- ECCC, Quantification des émissions de dioxyde de carbone des centrales thermiques par un système de mesure et d'enregistrement en continu des émissions (2012)
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Lignes directrices pour l'installation et l'exploitation des systèmes de surveillance continue des émissions (SMECE) (2016)
- Graham, D et coll., Validated method for flue gas flow rate calculation with reference to EN 12952-15, 81 pages (2012)
- HovaCAL, Spécifications des générateurs de gaz d'étalonnage sec et humide, différents modèles, 4 pages (2020)
- Institute for Clean Air Companies (ICAC), Guidelines for specification and selection of SCGD for SMECE applications, 17 pages (2013)
- International Carbon Action Partnership (ICAP), Canada-Quebec Cap-and Trade System (2020)
- Jahnke, Jim, Continuous Emission Monitoring, Wiley 2e édition, 426 pages (2000)
- Jahnke, Jim, Greenhouse Gas Monitoring, ébauche du chapitre 14 de la 3e édition, non publiée de Continuous Emission Monitoring
- Jernigan, J and Dene, C., Advances in CEMS & Flow Monitoring, (estimé 2013)
- Johnson, A. N. Faster more accurate, stack-flow measurements, J. of Air & Waste Mgmt. Assoc. 70:3, 283–291, (2020)
- Lacrosse, J., Real time emission measurements using FTIR spectroscopy (EPA Method 320), PP de 62 diapositives, (2010)
- Ministère de l'Environnement de Nouvelle-Écosse, Standards for Quantification, Reporting and verification of Greenhouse Gas Emissions, 217 pages (février 2018)
- Olsen, D. et al, Impact of Oxidation Catalysts on Exhaust NO₂/NO_x Ratio from Lean-Burn NG Engines, J. Air & Waste Mgmt. Assoc. 60:867– 874 (2010)
- Paraschiv, L.S. et al, Calculation of combustion air required for burning solid fuels (coal/biomass/solid fuel) and analysis of flue gas compositions, 9 pages (2020)
- Schakenbach, J. et al, Fundamentals of Successful Monitoring, Reporting, and Verification under a Cap-and-Trade Program, 7 pages (2006)
- Schwartz, J. et al, Continuous Emission Monitors—Issues and Predictions, Air & Waste, 44:1, pages 16–20 (1994)
- Thermo Fisher, Review of CEMS Regulations 40 CFR Part 60 vs Part 75, PP de 40 diapositives, (2019)
- UK Environmental Agency, TGN M20 QA of CEMS, 72 pages (2018)
- US EPA EMTIC, 40 CFR Part 60 Appendix B Performance Specification 2 Definition of Normal Load, (1992)

- US EPA, FR / Vol. 84, N° 240 / 13 décembre 2019 / Proposed Test Methods Updates (2019)
- US EPA, Performance Specification 6 for Flow Rate, 4 pages (2017)
- US EPA, 40 CFR 75 § 72.2 Definitions, consulté (16/06/2020)
- US EPA, 40 CFR§ 75 appendix A, section 6.5.2.1 (2020)
- US EPA, An Operator's Guide To Eliminating Bias In CEM Systems, 122 pages (1994)
- US EPA, Method 19 : Determination of sulfur dioxide removal efficiency and particulate matter, sulfur dioxide, and nitrogen oxides emission rates (2017)
- US EPA, Method 2F : Determination of stack gas velocity and volumetric flow rate with three-dimensional probes, 57 pages (2017)
- US EPA, Method 2G : Determination of stack gas velocity and volumetric flow rate with two-dimensional probes, 53 pages (2017)
- US EPA, Method 2H : Determination of stack gas velocity taking into account velocity decay near the stack wall, 26 pages (2017)
- US EPA, Method 3A : Determination of oxygen and carbon dioxide concentrations in emissions from stationary sources, 4 pages (2017)
- US EPA, Method 6C : Determination of sulfur dioxide emissions from stationary sources, 5 pages (2017)
- US EPA, Method 7E : Determination of nitrogen oxides emissions from stationary sources, 27 pages (2018)
- US EPA, Monitoring requirements 40 CFR § 60.13, 7 pages (version actuelle, référence bibliographique la plus récente en 1987)
- US EPA, Part 75 Emission Monitoring Policy Manual (2019)
- US EPA, Performance Specification 2 for Sulfur Dioxide and Nitrogen Oxide, 15 pages (2019)
- US EPA, Performance Specification 3 for Oxygen and Carbon Dioxide and, 3 pages (2019)
- US EPA, Plain English Guide to the Part 75 Rule, 118 pages (2009)
- US EPA, Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards, EPA 600/R-12/531, 174 pages (2012)
- Wikipedia, test de Grubb pour les valeurs aberrantes (*consulté le 11/06/2020*)

Références relatives à la spectroscopie RTF

- ABB ACF5000 hot FTIR CEMS specifications, 16 pages (2020)
- ABB Monitoring cement plant stack emissions using FTIR (2019)
- Coleman M., et al, Equivalency of a portable FTIR method to the EU RM for monitoring emissions to air of CO, NO_x, SO₂, HCl, and H₂O, 8 pages (2015)
- FTIR CEM Performance Specifications Modification Considerations, PP EPA/ICAC Emission Measurements Roundtable Meeting (17 septembre 2013)
- ICAC, White Paper: Guide to FTIR technology for compliance testing, performance specification, and CEM of target gases (2013)
- Larjava, K.T. et al, Field Measurements of Flue Gases from Combustion of Miscellaneous Fuels Using a Low-Resolution FTIR Gas Analyzer, 6 pages (1997)
- MKS MultiGas 2030 FTIR analyzer specs, 4 pages (2020)
- Mosca, S. et al, Assessment of N₂O emission from cement plants: Measurements with FTIR and NDIR (2014)
- Pellikka, T. et al, SO₂ emission measurement with the European RM, EN 14,791, and alternative methods, 9 pages (2019)
- Reagen, W et al, FTIR Method Validation at a Carbon Bed Solvent Recovery Unit for Four Gaseous HC, Environ. Sci. Technol. (1999), 33,1752-1759
- Sick CEMS solutions MCS100FT, brochure de 12 pages et spécifications. (2020)

- US EPA, Method 320, Vapor Phase Organic and Inorganic Emissions by Extractive FTIR, 50 pages avec addendas (2019)
- US EPA, Method 321, Measurement of gaseous HCL emissions at Portland cement kilns by FTIR spectroscopy, 16 pages (2017)
- US EPA, Performance Specification 15 for Extractive FTIR spectroscopy (2019)
- US EPA, Performance Specification 18 for HCl CEMS at stationary sources (2015)
- US EPA, Protocol for the use of extractive FTIR spectrometry for stationary gaseous emissions, 20 pages (1995)
- US EPA, Response to Comments on Proposed Rule Performance Specification 18—for HCL, 103 pages, (2015)
- US EPA, Technical Amendments to Procedure 6 (2017)
- **Références relatives aux diodes laser accordables**
- Henry.H., et Tran.P., Tunable diode laser (TDL) based HCl CEMS ... for Portland Cement, IEEE- IAS/PCA, pages 1 à 5, (2014)
- Cacciatori, G, HCl CEMS Development to Meet EPA's Draft PS 18, PP 39 pages, présenté à l'EUEC (2015) (in situ)
- Fiche technique Cemteks NH3 TDL Model 7000, 2 pages, téléchargé en juin 2020 (in situ)
- Dene, C.E., et coll., Laboratory investigation of three district emission monitors for HCl, J. of the Air & Waste Manage. Assoc., 66:12 1191-1201, (2016)
- DS-011A: TDL-406TM Rackmount Laser Gas Analyzer (extractive), Applied Analytics Data Sheet No. DS-011A—Révisé le 15 juillet (2019)
- Emerson (Rosemount) Hybrid QCL-TDL multi-component CEMS (extractive), téléchargé le 06/2020
- Lemieux, P. M., The Application of TDL as a Fast-Response System to Measure Transient Emissions from Rotary Kilns, 17 pages (1997)
- Liptack, B, Analysis and Analyzers, Volume II, 1314 pages (2016)
- The ATAC Luminos TDL hydrogen sulphide (H2S) analyser Model 34, brochure with specs, téléchargé en 06/2020
- Yokogawa TDL8000 insitu Specs, 24 pages (2019)
- **Références en matière de spectroscopie à cavité optique (CRDS)**
- Dene, C.E., et al, Laboratory investigation of three distinct emission monitors for HCl, J. of the Air & Waste Mgmt. Assoc., 66:12 1191-1201, (2016)
- Los Gatos Research, Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy (OA-ICOS)
- Picarro, Frequently Asked Questions about CRDS, 6 p. Technical Addendum, 5 pages, téléchargé (2020)
- Tiger Optics, Products Guide Issue 1 (2020)
- **SMECE de dioxyde de carbone**
- ASTM D6866-16 Standard Test Methods for Determining the Biomased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis
- ASTM D7459-08 (2016) Standard Practice for Collection of Integrated Samples for the Speciation of Biomass (Biogenic) and Fossil-Derived Carbon Dioxide Emitted from Stationary Emission Sources
- ECCC, Exigences relatives à la quantification des gaz à effet de serre du Canada, version 4.0, décembre 2020
- Bryant, R., Bundy, M., Zong, R., Evalating measurements of carbon dioxide emissions using a precision source— A natural gas burner, Journal of the Air and Waste Management Association, 65(7):863–870, 2015
- Huang, J, Gurney, K.R., Comparing two national datasets of CO2 Emissions for U.S. Powerplants

- Liggio, J., et al, Measured Canadian oil sands CO₂ emissions are higher than estimates made using internationally recommended methods, avril 2019
- Ministère de l'Environnement de Nouvelle-Écosse, Standards for Quantification, Reporting and verification of Greenhouse Gas Emissions, 217 pages (février 2018)
- Ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario, Conservation and Parks, Guideline for Quantification, Reporting and Verification of Greenhouse Gas Emissions, juillet 2019, 262 pages
- Quick, J., Carbon dioxide emission tallies from 210 U.S. coal-fired power plants: A comparison of two accounting methods, Journal of the Air and Waste Management Association, 64(1):73–79, 2014
- U.S. EPA, 40CFR§ 75 App. G, Determination of CO₂ Emissions
- U.S. EPA, 40CFR§ 98.33 Tier 4 Calculation Methodology, (4) Tier 4 Calculation Methodology
- U.S. EPA, Greenhouse Gas Inventory Guidance, Direct Emissions from Stationary Combustion Sources
- **Turbines à faibles émissions de NO_x**
- Directives d'ECCCC concernant la réduction des émissions d'oxydes d'azote des turbines à combustion fixes alimentées au gaz naturel, <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/lcpe/LCPE-Directives-TurbinesCombustion-2-fr.pdf>, novembre 2017
- Bivens, Robert J., Startup and Shutdown NO_x Emissions from Combined-Cycle Combustion Turbine Units, presented at EPRI CEM User Group Meeting, Chicago, Illinois, 24 mai 2002. <http://www.rmb-consulting.com>, 15 pages
- Macak, Joseph J., Evaluation of Gas Turbine Startup and Shutdown Emissions, paper # 546, Session No. EI-2a, <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net › articles>, 13 pages
- Suess, David T., Development of Startup and Shutdown Permit Limits Based Upon Historical Data from Combustion Sources Monitored by Continuous Emission Monitoring Systems Manuscript 2009-A-597-AWMA, https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/0a0/ce1/Development-of-Startup-and-Shutdown-Emission-Limits-Based-on-CEMS-Data.pdf, 17 pages

Annexe A Calcul des émissions par les facteurs F de combustion

L'annexe A présente le facteur F pour certains carburants, les équations utilisées pour mesurer la concentration de polluants à l'aide des facteurs F et la ou les méthodes de calcul des facteurs F personnalisés.

A.1 Introduction

Les facteurs F de combustion sont utilisés pour calculer les débits d'émission de polluants, exprimés en unités de masse sur énergie, par exemple en ng/J. Ils permettent aussi d'en arriver à un débit massique d'émissions réel (masse sur temps) si l'on connaît le flux calorifique à l'alimentation du procédé de combustion.

Le facteur F_c est le rapport entre le volume de dioxyde de carbone produit par la combustion d'un combustible donné et la quantité de chaleur qu'il produit. Le facteur F_s est le rapport entre le volume de gaz sec produit par la combustion stœchiométrique complète d'un combustible en présence d'air et la quantité de chaleur qu'il produit. Le facteur F_h est le rapport entre le volume de gaz humide produit par la combustion stœchiométrique complète d'un combustible en présence d'air sec et la quantité de chaleur qu'il produit.

Le facteur F à utiliser pour le calcul des émissions est déterminé en fonction du gaz diluant faisant l'objet de la surveillance. Les facteurs F_c devraient être utilisés avec les SMECE à analyseurs de CO_2 , et les facteurs F_c ou F_h devraient être utilisés avec les systèmes à analyseurs d' O_2 . Dans le cas des SMECE pourvus d'analyseurs d' O_2 et de CO_2 , le facteur F à utiliser est celui qui donne les estimations les plus exactes du volume des gaz produits, compte tenu des concentrations prévues d' O_2 et de CO_2 .

Il est à noter que les conditions de référence s'appliquant aux facteurs F d'ECCC sont 25 °C et 101,325 kPa. Les facteurs générés à d'autres conditions de référence doivent être ajustés à celles d'ECCC. Des facteurs F peuvent être élaborés pour d'autres combustibles à l'aide des équations A-11, A-12 et A-13, mais ils devront être autorisés par l'autorité de réglementation compétente avant leur utilisation dans le SMECE.

Tableau A-1 : Facteurs F pour certains combustibles

Combustible	Type	F_s	F_h	F_c
		(Rm ³ S/GJ)*	(Rm ³ H/GJ)*	(Rm ³ CO ₂ /GJ)*
Solide	Anthracite	277	288	54,2
	Charbon bitumineux	267	286	49,2
	Charbon subbitumineux	263	301	49,2
	Lignite	273	310	53,0
	Coke de pétrole	268	-	50,5
	Combustible issu de pneus	280	-	49,1

	Écorce de bois	268	-	50,2
	Résidus de bois	269	-	52,1
	Déchets solides municipaux	268	-	50,5
Pétrole	Brut, résiduel ou distillat	255	289	39,3
Gaz	Gaz naturel	240	295	28,4
	Propane	238	281	32,5
	Butane	238	284	34,1

* conditions de référence : 101,325 kPa et 25 °C

Les SMECE qui utilisent des équations reposant sur les facteurs F peuvent potentiellement produire des valeurs d'émission élevées erronées pendant les périodes de démarrage ou d'arrêt du processus, dans lesquelles le dénominateur d'une formule devient une valeur nulle ou proche de zéro (par exemple, dans les équations A-1, A-3, A-4, A-5 ou A-6, la concentration d'oxygène mesuré dans les gaz de cheminée est d'environ 20,9 %). Cela peut être évité en définissant une concentration minimum de dioxyde de carbone et une concentration maximum d'oxygène dans les gaz de cheminée. En ce qui concerne les chaudières, un minimum de 5,0 % de CO₂ ou un maximum de 14,0 % d'O₂ peut être substitué à la valeur mesurée du gaz diluant pour toute période de fonctionnement au cours de laquelle la concentration horaire moyenne de CO₂ est inférieure à 5,0 % ou au cours de laquelle la concentration horaire moyenne d'O₂ est supérieure à 14,0 %. En ce qui concerne les turbines fixes, une concentration minimum de 1,0 % de CO₂ ou une concentration maximum de 19,0 % d'O₂ peut être substituée à la concentration mesurée du gaz diluant pour toute période de fonctionnement au cours de laquelle la concentration horaire moyenne de CO₂ est inférieure à 1,0 % ou au cours de laquelle la concentration horaire moyenne d'O₂ est supérieure à 19,0 % (référence : 40 CFR75 annexe F, section 3.3.4.1). Les plafonds pour les concentrations de dilution extrêmes doivent être divulgués dans le PAQ.

A.2 Systèmes basés sur la mesure de l'oxygène au moyen du facteur F_s

Lorsque les mesures du SMECE sont effectuées à l'état sec pour les concentrations d'oxygène (% O_{2,s}) et de polluant (C_s), l'équation A-1 peut être utilisée pour calculer le débit d'émission du polluant, exprimé en kg/GJ.

$$E_x = C_{xs} K_x F_s \left[\frac{20,9}{(20,9 - \%O_{2,s})} \right] \quad \text{Éqn. A-1}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xs} est la concentration à l'état sec du polluant x dans les gaz de cheminée (ppm, sec)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ pour le polluant x, (kg/Rm³/ppm)

F_s est le rapport du volume des gaz secs produits par la combustion stœchiométrique complète d'un combustible donné à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm³S/GJ)

20,9 est la fraction volumétrique d'oxygène dans l'air ambiant, en %

% O_{2,s} est la concentration en pourcentage d'oxygène à l'état sec dans les gaz de cheminée (% v/v)

Les valeurs de K_x pour le SO_2 , les NO_x , le CO et le CO_2 sont :

SO_2	$2,618 \times 10^{-6} \text{ kg/Rm}^3/\text{ppm}$
NO_x (exprimés en NO_2)	$1,880 \times 10^{-6} \text{ kg/Rm}^3/\text{ppm}$
CO	$1,145 \times 10^{-6} \text{ kg/Rm}^3/\text{ppm}$
CO_2	$1,799 \times 10^{-6} \text{ kg/Rm}^3/\text{ppm}$

Les valeurs de K_x pour d'autres gaz peuvent être calculées à l'aide de la formule suivante :

$$K_x = \frac{273,15 \times MM_x}{T_{\text{réf}} \times 1\,000\,000 \times 22,414} \quad \text{Éqn. A-2}$$

où :

MM_x est la masse moléculaire du gaz x

$T_{\text{réf}}$ est la température de référence d'ECCC (298,15 °K)

22,414 est le volume molaire à 273,15 K et à 101,325 kPa ($\text{m}^3/\text{kg-mol}$)

A.3 Systèmes basés sur la mesure de l'oxygène au moyen du facteur F_h

Ce facteur est utilisé dans les systèmes équipés d'analyseurs de gaz à l'état humide. Les facteurs F_h peuvent être utilisés lorsqu'il n'y a pas d'autre eau introduite dans le gaz en écoulement que celle produite par le processus de combustion.

Le débit d'émission, exprimé en kg/GJ, peut être calculé à l'aide de l'équation A-3.

$$E_x = C_{xh} K_x F_h \left[\frac{20,9}{(20,9(1-H_2O_a) - \%O_{2h})} \right] \quad \text{Éqn. A-3}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xh} est la concentration à l'état humide du polluant x (ppm)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm^3 ($\text{kg/Rm}^3/\text{ppm}$)

F_h est le rapport du volume des gaz humides produits par la combustion stœchiométrique du combustible en présence d'air à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm^3/GJ)

H_2O_a est la concentration de vapeur d'eau dans l'air de combustion (fraction du volume)

$\%O_{2h}$ est la concentration en oxygène à l'état humide dans les gaz en écoulement du processus de combustion (% v/v)

Cette équation ne peut pas être utilisée pour les procédés où de l'eau est ajoutée au gaz de cheminée ou en est enlevée (elle n'est par exemple pas applicable aux SMECE installés en aval de dépoussiéreur par voie humide).

La moyenne annuelle de l'humidité à l'emplacement le plus proche figurant au tableau B-1 peut être utilisée pour estimer la concentration (fraction volumétrique) de la vapeur d'eau de l'humidité de l'air de combustion pour l'ensemble de l'année civile.

Si l'on calcule la teneur en humidité des gaz de cheminée (H_2O_c), alors le débit d'émission, exprimé en kg/GJ, peut être calculé à l'aide de l'équation A-4.

$$E_x = C_{xh} K_x F_s \left[\frac{20,9}{(20,9(1-H_2O_c) - \%O_{2h})} \right] \quad \text{Éqn. A-4}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xh} est la concentration à l'état humide du polluant x (ppm)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ (kg/Rm³/ppm)

F_s est le rapport du volume des gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du combustible en présence d'air à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm³/GJ)

H_2O_c est la concentration de vapeur d'eau dans les gaz de cheminée (décimale, v/v)

%O_{2h} est la concentration en oxygène à l'état humide dans les gaz de cheminée (% , v/v)

A.4 Systèmes de mesure selon des états mixtes

Lorsque la concentration d'un polluant est mesurée à l'état humide (C_{xh}) et que la concentration d'O₂ est mesurée à l'état sec (% O_{2s}), alors l'équation A-5 peut être utilisée

$$E_x = \frac{(C_{xh}K_xF_s)(20,9)}{(1-H_2O_c)(20,9-\%O_{2s})} \quad \text{Éqn. A-5}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xh} est la concentration à l'état humide du polluant x (ppm)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ (kg/Rm³/ppm)

F_s est le rapport du volume des gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du combustible en présence d'air à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm³/GJ)

H_2O_c est la concentration de vapeur d'eau dans l'air de combustion (décimale, v/v)

%O_{2s} est la concentration en oxygène à l'état sec dans les gaz en écoulement du processus de combustion (% , v/v)

Lorsque le polluant est mesuré sur une base sèche (C_{xs}) et que la concentration en O₂ est mesurée sur une base humide (% O_{2h}), l'équation A-6 peut être utilisée :

$$E_x = \frac{C_{xs}K_xF_s 20,9}{\left[\frac{(20,9-\%O_{2h})}{(1-H_2O_{hc})} \right]} \quad \text{Éqn. A-6}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xs} est la concentration à l'état sec du polluant x (ppm)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ (kg/Rm³/ppm)

F_s est le rapport du volume des gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du combustible en présence d'air à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm³/GJ)

%O_{2h} est la concentration en oxygène à l'état humide dans les gaz de cheminée (% , v/v)

H_2O_{hc} est la concentration de vapeur d'eau dans les gaz de cheminée (fraction du volume)

A.5 Systèmes basés sur la mesure du dioxyde de carbone au moyen du facteur

F_c

Si le dioxyde de carbone est choisi comme gaz diluant, le facteur F basé sur le dioxyde de carbone (F_c) doit être utilisé pour déterminer le débit d'émission du polluant. Le facteur F_c peut être appliqué à un

SMECE mesurant à l'état sec ou humide, à condition que les gaz polluants et le CO₂ soient mesurés sur la même base. La méthode de calcul à l'état humide peut être appliquée aux SMECE fonctionnant à l'état humide, de type in situ, à dilution ou du type qui amène l'échantillon à distance pour l'analyser directement à l'état humide.

Lorsque la concentration d'un polluant est mesurée à l'état sec (C_{xs}) et que la concentration de CO₂ est mesurée à l'état sec, alors le débit d'émission pour les mesures à l'état sec peut être calculé à l'aide de l'équation A-7 :

$$E_x = C_{xs} K_x F_c \left[\frac{100}{\%CO_{2s}} \right] \quad \text{Éqn. A-7}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ (kg/Rm³/ppm)

C_{xs} est la concentration à l'état sec du polluant x (ppm)

F_c est le rapport du volume de dioxyde de carbone à la quantité de chaleur produite (Rm³/GJ)

%CO_{2s} est la concentration de CO₂ à l'état sec (% v/v)

Le débit d'émission pour les mesures à l'état humide peut être calculé à l'aide de l'équation A-8 :

$$E_x = C_{xh} K_x F_c \left[\frac{100}{\%CO_{2h}} \right] \quad \text{Éqn. A-8}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xh} est la concentration à l'état humide du polluant x, (ppm, v/v)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ (kg/Rm³/ppm)

F_c est le rapport du volume de dioxyde de carbone à la quantité de chaleur produite (Rm³/GJ)

%CO_{2h} est la concentration de CO₂ à l'état humide (% v/v)

Lorsque la concentration d'un polluant est mesurée à l'état humide (C_{xh}) et que la concentration de dioxyde de carbone est mesurée à l'état sec (% CO_{2s}), alors l'équation A-9 peut être utilisée.

$$E_x = \frac{C_{xh} K_x F_c}{(1 - H_2O_c)} \left[\frac{100}{\%CO_{2s}} \right] \quad \text{Éqn. A-9}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xh} est la concentration à l'état humide du polluant x, (ppm, v/v)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm³ (kg/Rm³/ppm)

F_c est le rapport du volume de dioxyde de carbone à la quantité de chaleur produite (Rm³/GJ)

H₂O_c est la concentration de vapeur d'eau dans les gaz de cheminée (décimale, v/v)

%CO_{2s} est la concentration de CO₂ à l'état sec (% v/v)

Lorsque la concentration d'un polluant est mesurée à l'état sec (C_{xs}) et que la concentration de dioxyde de carbone est mesurée à l'état humide (% CO_{2h}), alors l'équation A-10 peut être utilisée.

$$E_x = C_{xs} K_x F_c (1 - H_2O_c) \left[\frac{100}{\%CO_{2h}} \right] \quad \text{Éqn. A-10}$$

où :

E_x est le débit d'émission du polluant x (kg/GJ)

C_{xs} est la concentration à l'état sec du polluant x (ppm, v/v)

K_x est le facteur de conversion des ppm en kg/Rm^3 ($\text{kg/Rm}^3/\text{ppm}$)

F_c est le rapport du volume de dioxyde de carbone à la quantité de chaleur produite (Rm^3/GJ)

H_2O_c est la concentration de vapeur d'eau dans les gaz de cheminée (décimale, v/v)

$\% \text{CO}_{2h}$ est la concentration de CO_2 à l'état humide (% , v/v)

A.6 Calcul des facteurs F adaptés

Pour les combustibles dont la composition diffère de façon appréciable des valeurs habituelles ou ceux non mentionnés dans le tableau A-1, il est possible de calculer des facteurs F à partir des résultats d'une analyse élémentaire et du pouvoir calorifique supérieur (PCS) des combustibles tels qu'ils sont présentés au brûleur. Ces divers facteurs F peuvent être calculés à l'aide des équations A-11 à A-13.

$$F_s = 10^4 \times \frac{[(K_{hs} \%H) + (K_c \%C) + (K_s \%S) + (K_n \%N) + (K_o \%O)]}{\text{GCV}} \quad \text{Éqn. A-11}$$

$$F_h = 10^4 \times \frac{[(K_{hh} \%H) + (K_c \%C) + (K_s \%S) + (K_n \%N) + (K_o \%O) + (K_n \%H_2O)]}{\text{PCS}} \quad \text{Éqn. A-12}$$

$$F_c = 10^4 \times \left(\frac{K_{cc} \%C}{\text{PCS}_s} \right) \quad \text{Éqn. A-13}$$

où :

F_s , F_h , F_c sont les volumes des produits de combustion sous forme des éléments par unité de pouvoir calorifique (m^3/GJ), à 25 °C et 101,325 kPa

$\%H$, $\%C$, $\%S$, $\%N$, $\%O$, $\%H_2O$ respectivement, sont les concentrations d'hydrogène, de carbone, de soufre, d'azote, d'oxygène et d'eau déterminées par analyse élémentaire du combustible (pourcentage massique).

PCS_s est le pouvoir calorifique supérieur du combustible brut (kJ/kg)

10^4 est le facteur de conversion (kJ/GJ/100)

K_{hs} est égal à 22,95 Rm^3/kg , et représente le volume de gaz secs produits par la combustion stœchiométrique de l'hydrogène présent dans le combustible

K_c est égal à 9,74 Rm^3/kg , et représente le volume de gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du carbone présent dans le combustible

K_s est égal à 3,65 Sm^3/kg , et représente le volume de gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du soufre présent dans le combustible

K_n est égal à 0,87 Sm^3/kg , et représente le volume de gaz secs produits par la combustion stœchiométrique de l'azote présent dans le combustible

K_o est égal à -2,89 Sm^3/kg , et représente le volume de gaz sec de la combustion stœchiométrique qui n'est pas produit à cause de l'oxygène présent dans le combustible

K_{hh} est égal à 35,08 Sm^3/kg , et représente le volume de gaz humides produits par la combustion stœchiométrique de l'hydrogène présent dans le combustible

K_h est égal à 1,36 Sm^3/kg , et représente le volume de la vapeur d'eau produite par l'eau présente dans le combustible

K_{cc} est de 2,04 Sm³/kg, et représente le volume de dioxyde de carbone produit par la combustion complète du combustible

Annexe B Détermination des débits massiques d'émission

L'annexe B prévoit la détermination du taux d'émission d'un polluant sur une base de masse par unité de temps basée sur la méthode d'apport d'énergie et l'utilisation de moniteurs de débit de gaz de cheminée en temps réel.

B.1 Introduction

Le débit d'émission d'un polluant, sous la forme du rapport masse par unité de temps, peut être déterminé à l'aide de l'une des deux méthodes décrites dans la présente annexe :

- Surveillance du débit de combustible du processus, et, par conséquent, du flux d'énergie à l'alimentation. Le débit d'émission est ensuite calculé à partir de la concentration mesurée du polluant dans les gaz de cheminée et du débit des gaz de cheminée, ce dernier étant calculé à l'aide de facteurs F et de la concentration du diluant.
- Surveillance du débit des gaz de cheminée, le débit massique d'émission étant calculé à partir des concentrations et des débits mesurés.

B.2 Flux d'énergie à l'alimentation via la mesure des débits de combustible

Le calcul du débit d'émission massique d'un composé est donné comme exemple dans l'équation B-1, qui s'applique à la mesure du polluant à partir d'un système mesurant aussi la concentration d'oxygène à l'état sec :

$$DE_x = FCA C_{x,s} F_s K_x \left[\frac{20.9}{(20.9 - \%O_{2s})} \right] \quad \text{Éqn. B-1}$$

où :

DE_x est le débit d'émission du polluant x (kg/h)

FCA est le flux calorifique supérieur à l'alimentation (GJ/h)

$C_{x,s}$ est la concentration horaire moyenne à l'état sec du polluant x dans les gaz d'échappement (ppm, v/v)

F_s est le rapport du volume des gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du combustible en présence d'air à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm³/GJ)

K_x est le facteur de conversion de la concentration du polluant x, des ppm en kg/Rm³

$\%O_{2s}$ est la concentration horaire moyenne en O₂ à l'état sec dans les gaz d'échappement (pourcentage, v/v)

Si l'on fait exception du facteur supplémentaire FCA, qui sert à convertir le rapport masse sur énergie en unités de masse sur temps, l'équation B-1 est identique à l'équation A-1 de l'annexe A. Il est donc nécessaire de connaître le taux d'apport de chaleur exact pour calculer le débit d'émission massique souhaité.

L'énergie fournie au procédé de combustion peut être déterminée en mesurant le débit massique du combustible et son pouvoir calorifique supérieur (PCS). Le SCGD doit être capable d'accepter le signal du débitmètre de combustible et de calculer le flux calorifique dans les unités de l'équation B-1.

B.2.1 Détermination du taux d'apport de chaleur pour les combustibles gazeux

Le volume standard de combustible gazeux consommé doit être mesuré et enregistré par le SCGD, et une moyenne horaire doit être calculée. Le débitmètre de combustible doit avoir une exactitude de 2,0 %, tel qu'il a été déterminé par le fabricant du débitmètre ou par l'opérateur du système. Le débitmètre doit être étalonné à la fréquence indiquée par son fabricant afin de maintenir le respect des spécifications d'exactitude. Le PCS volumétrique (par exemple, BTU/Pi³) du combustible doit être obtenu par le fournisseur de manière mensuelle.

Le flux calorifique horaire moyen à l'alimentation du groupe de combustion est déterminé en multipliant le débit volume horaire moyen standard de gaz par le PCS volumétrique indiqué par le fournisseur de combustible.

Le débit d'émission massique du polluant est déterminé en intégrant à l'équation B-1 le flux calorifique horaire moyen à l'alimentation de l'appareil de combustion. Afin de calculer les débits massiques d'émission de systèmes utilisant des analyseurs de gaz à l'état humide ou utilisant le CO₂ comme gaz diluant, il faut utiliser les équations de l'annexe A et les modifier de façon à y intégrer le flux calorifique (FCA) horaire.

B.2.2 Détermination du taux d'apport de chaleur pour les combustibles liquides

Le débit de pétrole consommé pendant le processus de combustion doit être mesuré et enregistré une fois par heure. Le débit de combustible est mesuré à l'aide d'un débitmètre inséré dans la tuyauterie, et ses données sont automatiquement enregistrées par le SCGD. Tout retour de carburant doit être mesuré par un débitmètre similaire et ses données enregistrées par le SCGD, qui devrait être en mesure de calculer le débit net de combustible.

Chaque débitmètre de combustible doit être conforme à une spécification d'exactitude de 2,0 %, telle que déterminée par le fabricant ou l'utilisateur du SMECE. Tous les débitmètres doivent être réétalonnés au moins une fois par an, ou plus fréquemment si cela est indiqué par le fabricant, pour assurer le respect de la spécification d'exactitude formulée précédemment.

Le combustible liquide doit être échantillonné tel qu'il se présente au brûleur et analysé pour en déterminer le pouvoir calorifique supérieur (PCS). Un échantillonnage par prélèvement proportionnel au débit ou par prélèvement à la goutte en continu doit être effectué lorsque le groupe consomme du mazout. Les échantillons prélevés chaque heure doivent être réunis en un échantillon composé qui est ensuite analysé pour en déterminer le pouvoir calorifique supérieur et la densité, si nécessaire. Les procédures utilisées pour l'échantillonnage et l'analyse du combustible doivent être incluses dans le plan d'AQ, en consultation avec l'autorité de réglementation compétente.

Le débit d'émission massique du polluant est déterminé en intégrant à l'équation B-1 le flux calorifique horaire à l'alimentation de l'appareil de combustion. Afin de calculer les débits massiques d'émission de systèmes utilisant des analyseurs de gaz à l'état humide ou utilisant le CO₂ comme gaz diluant, il faut utiliser les équations de l'annexe A et les modifier de façon à y intégrer le flux calorifique (FCA) horaire.

B.3 Détermination au moyen de débitmètres de gaz de cheminée en temps réel

Le débit massique d'émission des polluants cibles peut être déterminé à partir de leurs concentrations et du débit volumétrique des gaz de cheminée. Il existe plusieurs techniques pour mesurer le débit (par exemple, les tubes de Pitot ou les compteurs à ultrasons). Tout système de surveillance du débit des gaz conforme aux spécifications et homologué est acceptable et peut être utilisé dans le SMECE.

Les procédures de calcul du débit massique horaire des émissions sont les suivantes. Le débit d'échappement est principalement mesuré à l'état humide, puis ajusté aux conditions de référence par des mesures de température et de pression trouvées à l'aide de l'équation B-2.

$$Q_{\text{tpr}} = Q_r \times \left(\frac{T_{\text{réf}}}{T_c} \right) \times \left(\frac{P_c}{P_{\text{réf}}} \right) \quad \text{Éqn. B.2}$$

Où :

Q_{tpr} est le débit volumétrique des gaz de cheminée à température et pression de référence, $\text{Rm}^3\text{H/h}$

Q_r est le débit volumétrique des gaz de cheminée à la température et à la pression réelles, $\text{Rm}^3\text{H/h}$

$T_{\text{réf}}$ est la température de référence d'ECCC, $K = 273,15 + 25 \text{ }^\circ\text{C}$

T_c est la température des gaz de cheminée au point de surveillance du débit, $K = 273,15 + \text{ }^\circ\text{C}$

P_c est la pression des gaz de cheminée en valeur absolue (pression barométrique du site + pression statique des gaz de cheminée), en kPa

$P_{\text{réf}}$ est la pression de référence d'ECCC, 101,325 kPa

Lorsque les concentrations de polluants sont mesurées à l'état humide, le débit d'émission horaire pendant le fonctionnement de la source est calculé à l'aide de l'équation B-3.

$$DE_x = Q_h C_{x,h} K_x \quad \text{Éqn. B-3}$$

où :

DE_x est le débit d'émission du polluant x (kg/h)

Q_h est le débit volumétrique des gaz de cheminée à l'état humide ($\text{Rm}^3\text{H/h}$)

$C_{x,h}$ est la concentration à l'état humide du polluant x (ppm, v/v)

K_x est le facteur de conversion de la concentration du polluant x , des ppm en kg/Rm^3

Lorsque les concentrations de polluants sont mesurées à l'état sec (par exemple, SMECE extractif avec prélèvement par condensation ou méthode équivalente), le débit d'émission horaire pendant le fonctionnement de la source est calculé à l'aide de l'équation B-4.

$$DE_x = Q_h C_{x,s} K_x (1 - H_2O_c) \quad \text{Éqn. B-4}$$

où :

DE_x est le débit d'émission du polluant x (kg/h)

Q_h est le débit volumétrique des gaz de cheminée à l'état humide ($\text{Rm}^3\text{H/h}$)

$C_{x,s}$ est la concentration à l'état sec du polluant x (ppm, v/v)

K_x est le facteur de conversion de la concentration du polluant x , des ppm en kg/Rm^3

H_2O_c est la concentration de vapeur d'eau dans les gaz de cheminée (décimale, v/v)

La surveillance du débit massique d'émission à l'aide de l'équation B-3 exige l'installation, l'utilisation, l'entretien et l'établissement d'un programme d'assurance de la qualité d'un système de surveillance

continue de l'humidité des gaz de cheminée pour la mesure et la modification des concentrations de polluants à l'état sec. Les systèmes suivants sont acceptables :

- la combinaison d'un analyseur d'O₂ à l'état humide et d'un analyseur d'O₂ à l'état sec ; ou
- un capteur de température des gaz de cheminée et une équation relative à la pression de vapeur d'eau ou un tableau de consultation (lorsqu'il peut être démontré que les gaz sont saturés d'eau)

Si le SMECE comprend un analyseur d'O₂ à l'état humide et un analyseur d'O₂ à l'état sec convenablement installés, alors la teneur en humidité des gaz de cheminée peut être calculée à l'aide de l'équation B-5.

$$\%H_2O_c = \frac{(O_{2s} - O_{2h})}{O_{2s}} \times 100 \quad \text{Éqn. B-5}$$

où :

%H₂O_c est la teneur en humidité horaire moyenne des gaz de cheminée (pourcentage de H₂O)

O_{2h} est la concentration horaire moyenne d'O₂ à l'état humide (pourcentage d'O₂)

O_{2s} est la concentration horaire moyenne d'O₂ à l'état sec (pourcentage d'O₂)

En ce qui concerne la combustion de combustibles de composition connue, sans ajout d'eau ou de vapeur, il est possible d'estimer l'humidité des gaz de cheminée en surveillant la concentration d'O₂ à l'état humide dans les gaz de cheminée et l'humidité de l'air de combustion. Pour ce faire, on utilise l'équation B-6 (pour une combustion dans de l'air sec), à laquelle on ajoute la teneur en humidité de l'air de combustion (de manière similaire à la méthode 4, Section 12.2.5, de l'EPA).

$$\%H_2O_c = \left[\frac{F_h - F_s}{F_h} \right] \left[1 - \frac{O_{2h}}{0,209} \right] \quad \text{Éqn. B-6}$$

où :

%H₂O_c est la teneur en humidité des gaz de cheminée (% v/v)

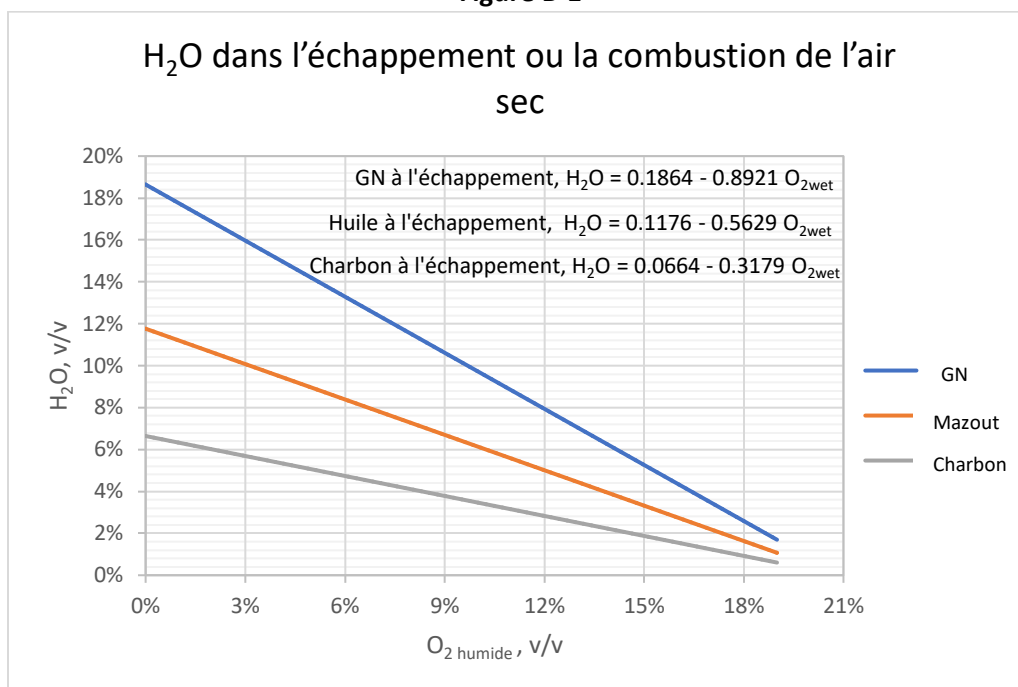
F_h est le rapport entre le volume de gaz humide résultant de la combustion stœchiométrique de combustibles atmosphériques et la quantité de chaleur produite (DSm³/GJ)

F_s est le rapport du volume des gaz secs produits par la combustion stœchiométrique du combustible en présence d'air à la quantité de chaleur qu'il produit (Rm³/GJ)

O_{2h} est la concentration d'O₂ à l'état humide dans les gaz de cheminée (décimale, v/v)

La figure B-1 résulte de l'application de l'équation B-6 aux facteurs F_s et F_h pour trois combustibles courants, mentionnés dans le tableau A-1.

Figure B-1



Les formules de la figure B-1 établies par régression linéaire permettent de calculer à +/- 0,1 % d'erreur l'humidité des gaz d'échappement résultant de la combustion complète du carburant, pour un excès d'air ambiant sec de 0 % à 800 %.

L'estimation de la teneur en humidité au moyen de l'équation B-6 nécessite qu'un seul analyseur d'oxygène soit installé, contrairement à l'équation B-5, qui exige deux analyseurs, un changement de combustible peut nécessiter l'utilisation d'une équation différente. Si la source d'émission fonctionne avec le même combustible et le même niveau d'excès d'air de combustion tout au long de l'année, il est alors acceptable de mesurer l'humidité des gaz de cheminée pendant la VER et, en cas de réussite, d'appliquer le même facteur d'humidité jusqu'à la prochaine VER. Si l'humidité du combustible varie, ou si l'excès d'air varie en fonction des niveaux de charge (par exemple dans le cas de turbines à gaz), il est alors recommandé de surveiller la teneur en humidité des gaz de cheminée à l'aide des équations B-5 ou B-6.

D'autres systèmes de surveillance de l'humidité des gaz de cheminée peuvent être utilisés avec l'équation B-4, s'il est démontré que le système calcule, sur une base annuelle, le H₂O des gaz de cheminée avec un taux d'erreur inférieur à 1,5 %. Les activités d'AQ particulières à ce système de surveillance de l'humidité doivent être décrites dans le PAQ.

En moyenne sur l'année, l'ajustement de l'humidité de l'air ambiant est plutôt faible (environ 1 % v/v H₂O), compte tenu des faibles températures du climat canadien. Le tableau B-1 présente les teneurs en humidité mensuelles moyennes entre 1981 et 2010 dans les capitales provinciales et territoriales, calculées à partir du rapport entre la pression partielle de H₂O et la pression atmosphérique. L'utilisation de la teneur en humidité historique de l'air ambiant du site (moyenne mensuelle ou annuelle) est une méthode adéquate pour l'ajouter à l'humidité de la combustion calculée à l'aide de la figure B-1.

Tableau B-1 : Teneur en humidité moyenne mensuelle de l'air dans les capitales provinciales canadiennes

Teneur en humidité moyenne mensuelle de l'air dans les capitales provinciales canadiennes (pression de vapeur H ₂ O/pression à la station)														
Emplacement	Janv.	Févr.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov	Déc.	Moy.	ETR
Calgary	0,34 %	0,34 %	0,45 %	0,56 %	0,79 %	1,12 %	1,35 %	1,23 %	0,90 %	0,56 %	0,45 %	0,34 %	0,67 %	54 %
Vancouver	0,69 %	0,69 %	0,79 %	0,89 %	1,08 %	1,28 %	1,47 %	1,48 %	1,28 %	1,08 %	0,79 %	0,69 %	0,98 %	31 %
Winnipeg	0,20 %	0,20 %	0,40 %	0,61 %	0,91 %	1,42 %	1,73 %	1,52 %	1,12 %	0,71 %	0,41 %	0,20 %	0,81 %	68 %
Fredericton	0,30%	0,30%	0,40%	0,59%	0,89%	1,29%	1,68%	1,58%	1,28%	0,79%	0,59%	0,40%	0,79%	63%
St. John's	0,40%	0,40%	0,50%	0,60%	0,80%	1,10%	1,40%	1,50%	1,20%	0,90%	0,70%	0,50%	0,80%	48%
Yellowknife	0,10%	0,10%	0,10%	0,30%	0,50%	0,81%	1,11%	1,11%	0,81%	0,51%	0,20%	0,10%	0,51%	78%
Halifax	0,40%	0,40%	0,50%	0,60%	0,90%	1,31%	1,60%	1,70%	1,40%	1,00%	0,70%	0,50%	0,90%	53%
Iqaluit	0,10%	0,10%	0,10%	0,20%	0,40%	0,60%	0,80%	0,80%	0,60%	0,40%	0,20%	0,10%	0,40%	69%
Toronto	0,40 %	0,40 %	0,50 %	0,70 %	1,01 %	1,51 %	1,71 %	1,71 %	1,40 %	0,90 %	0,70 %	0,50 %	0,90 %	56 %
Charlottetown	0,30 %	0,30 %	0,40 %	0,60 %	0,89 %	1,29 %	1,69 %	1,69 %	1,29 %	0,89 %	0,69 %	0,40 %	0,89 %	57 %
Ville de Québec	0,20 %	0,30 %	0,40 %	0,50 %	0,90 %	1,29 %	1,69 %	1,59 %	1,19 %	0,79 %	0,50 %	0,30 %	0,80 %	66 %
Regina	0,21 %	0,32 %	0,42 %	0,53 %	0,85 %	1,27 %	1,48 %	1,37 %	0,95 %	0,63 %	0,42 %	0,21 %	0,74 %	62 %
Whitehorse	0,22 %	0,22 %	0,32 %	0,43 %	0,54 %	0,86 %	1,07 %	0,97 %	0,75 %	0,54 %	0,32 %	0,22 %	0,54 %	57 %

ECCC – Normales climatiques canadiennes de 1981 à 2010 (pression de vapeur H₂O/pression à la station)
https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html

Lorsqu'un SMECE muni d'un dispositif de surveillance des gaz de cheminée est installé en aval d'un dispositif de contrôle de la pollution, réduisant la température des gaz de cheminée de sorte que les gaz de sortie sont saturés d'eau, alors la teneur en humidité des gaz de cheminée doit être déterminée à partir de leur température à l'aide des équations B-7 et B-8.

$$\%H_2O = 100 \times \frac{P_{H_2O}}{P_c} \quad \text{Éqn. B-7}$$

Où :

%H₂O est la teneur en humidité horaire moyenne des gaz de cheminée pendant le fonctionnement du groupe de combustion (en pour cent par volume)

P_{H₂O} est la pression horaire moyenne partielle d'eau dans les gaz de cheminée, calculée à l'aide de l'équation B-8, mmHg.

P_c est la pression horaire moyenne des gaz de cheminée en valeur absolue, en mmHg.

$$\log_{10} P_{H_2O} = A - \frac{B}{C+T} \quad \text{Éqn. B-8}$$

Où :

P_{H₂O} est la pression horaire moyenne partielle d'eau dans les gaz de cheminée, calculée à l'aide de l'équation B-8, mmHg.

A est une constante égale à 8,0886767

B est une constante égale à 1739,351

C est une constante égale à 234,1

T_c est la température horaire moyenne des gaz de cheminée, en °C

Annexe C Exemples de calculs de l'exactitude relative et de l'erreur systématique

C-1 Évaluation de la VER pour le SO ₂			
Pleine échelle (PE) du SMECE		500	ppm
Moy. cycle	MR, ppm	SMECE, ppm	d _i , ppm
1	78,0	73,0	-5,0
2	78,6	73,0	-5,6
3	76,7	72,4	-4,3
4	77,5	74,1	-3,4
5	78,7	72,2	-6,5
6	78,1	74,3	-3,8
7	77,6	72,0	-5,6
8	77,3	71,1	-6,2
9	79,0	74,5	-4,5
10	n.d.	n.d.	n.d.
11	n.d.	n.d.	n.d.
12	n.d.	n.d.	n.d.

Moyenne : 77,9 (MR, ppm)

Moyenne : 73,0 (SMECE, ppm)

Somme : -45 (d_i)

ET : 1,069 (d_i)

Compte : 9 (d_i, ppm)

t_{0,025} : 2,306

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|, \text{ ppm} : 4,99$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}} : 0,82 (d_i, \text{ ppm})$$

L'ER% est-elle inférieure ou égale à 10 % ? 7,5 % (d_i, ppm) (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à la limite de l'ER alternative, plus/moins ppm ? 15,0 (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à celle de |cc| ? (d_i, ppm) Erreur systématique

Le résultat de $\frac{|d| - |cc|}{PE}$ est-il inférieur ou égal à 5.0 % de la PE ? 0,8 % (Satisf.)

La moy. de la MR est-elle supérieure à 30 % de la PE ? non

FCES égal à : 1,0

cycles, n=9 (*t_{0,025}) : 2,306

cycles, n=10 (*t_{0,025}) : 2,262

cycles, n=11 (*t_{0,025}) : 2,228

cycles, n=12 (*t_{0,025}) : 2,201

Équations de l'ER :

$$ER = \left[\frac{|d| + |cc|}{MR} \right] \times 100$$

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}}$$

MR = Moy. des mesures de la méthode de référence

FCES = $\frac{\text{Moy. de la MR}}{\text{Moy. du SMECE}}$ si la moyenne de la MR est supérieure à 30 % de la PE

Autrement, FCES = 1

C-2 Évaluation de la VER pour les NO_x			
Pleine échelle (PE) du SMECE		60	ppm
Moy. cycle	MR, ppm	SMECE, ppm	d _i , ppm
1	20,0	19,0	-1,0
2	20,1	21,8	1,7
3	20,0	22,0	2,0
4	20,1	22,3	2,2
5	19,9	21,8	1,9
6	20,2	22,3	2,1
7	20,0	19,5	-0,5
8	20,1	19,9	-0,2
9	19,9	21,9	2,0
10	n.d.	n.d.	n.d.
11	n.d.	n.d.	n.d.
12	n.d.	n.d.	n.d.

Moyenne : 20,0 (MR, ppm)

Moyenne : 21,2 (SMECE, ppm)

Somme : 10 (d_i)

ET : 1,3 (d_i)

Compte : 9 (d_i, ppm)

t_{0,025} : 2,306

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|, \text{ ppm} : 1,13$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}} : 1,0 \text{ (d}_i, \text{ ppm)}$$

L'ER% est-elle inférieure ou égale à 10 % ? 10,6 % (d_i, ppm) (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à la limite de l'ER alternative, plus/moins ppm ? 8,0 (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à celle de |cc| ? (d_i, ppm) Erreur systématique

Le résultat de $\frac{|d| - |cc|}{PE}$ est-il inférieur ou égal à 5.0 % de la PE ? 0,2 % (Satisf.)

La moy. de la MR est-elle supérieure à 30 % de la PE ? oui

FCES égal à : 0,95
 cycles, n=9 (*t_{0,025}) : 2,306
 cycles, n=10 (*t_{0,025}) : 2,262
 cycles, n=11 (*t_{0,025}) : 2,228
 cycles, n=12 (*t_{0,025}) : 2,201
 *réglé pour n-1 degrés de liberté

Équations de l'ER :

$$ER = \left[\frac{|d| + |cc|}{MR} \right] \times 100$$

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}}$$

MR = Moy. des mesures de la méthode de référence

FCES = $\frac{\text{Moy. de la MR}}{\text{Moy. du SMECE}}$ si la moyenne de la MR est supérieure à 30 % de la PE

Autrement, FCES=1

C-3 Évaluation de la VER pour le débit des gaz de cheminée			
Pleine échelle (PE) du SMECE		30	m/s
Moy. cycle	MR, m/s	SMECE, m/s	d _i , m/s
1	9,0	9,1	0,1
2	9,0	9,1	0,1
3	9,0	9,1	0,1
4	9,0	9,1	0,1
5	9,0	9,1	0,1
6	9,0	9,1	0,1
7	9,0	9,1	0,1
8	9,0	9,1	0,1
9	9,0	9,1	0,1
10	n.d.	n.d.	n.d.
11	n.d.	n.d.	n.d.
12	n.d.	n.d.	n.d.

Moyenne : 9,0 (MR, m/s)

Moyenne : 9,1 (SMECE, m/s)

Somme : 0,9 (d_i)

ET : 0,00 (d_i)

Compte : 9 (d_i, m/s)

t_{0,025} : 2,306

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|, \text{ m/s : } 0,10$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}} : 0,00 (d_i, \text{ m/s})$$

L'ER% est-elle inférieure ou égale à 10 % ? 1,1 % (d_i, m/s) (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à la limite de l'ER alternative, plus/moins ppm ? 0,6 (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à celle de |cc| ? (d_i, m/s) Erreur systématique

$$\frac{|d| - |cc|}{MR}$$

Le résultat de $\frac{|d| - |cc|}{MR}$ est-il inférieur ou égal à 5.0 % de la PE ? 0,3 % (Satisf.)

La moy. de la MR est-elle supérieure à 30 % de la PE ? non

FCES égal à : 1,0

cycles, n=9 (*t_{0,025}) : 2,306

cycles, n=10 (*t_{0,025}) : 2,262

cycles, n=11 (*t_{0,025}) : 2,228

cycles, n=12 (*t_{0,025}) : 2,201

*régulé pour n-1 degrés de liberté

Équations de l'ER :

$$ER = \left[\frac{|d| + |cc|}{MR} \right] \times 100$$

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}}$$

MR = Moy. des mesures de la méthode de référence

FCES = $\frac{\text{Moy. de la MR}}{\text{Moy. du SMECE}}$ si la moyenne de la MR est supérieure à 30 % de la PE

Autrement, FCES=1

C-4 Évaluation de la VER pour l'O ₂ ou le CO ₂			
Pleine échelle(PE) du SMECE		21	% O ₂ ou CO ₂
Moy. cycle	MR, %	SMECE, %	d, %
1	6,4	5,9	-0,5
2	6,3	6,1	-0,2
3	6,5	6,5	0,0
4	6,5	6,0	-0,5
5	6,5	6,2	-0,3
6	6,4	5,7	-0,7
7	6,4	6,0	-0,4
8	6,4	5,9	-0,5
9	6,3	6,4	0,1
10	n.d.	n.d.	n.d.
11	n.d.	n.d.	n.d.
12	n.d.	n.d.	n.d.

Moyenne : 6,4 (MR, %)

Moyenne : 6,1 (SMECE, %)

Somme : -3,0 (d_i)

ET : 0,261 (d_i)

Compte : 9 (d_i, %)

t_{0,025} : 2,306

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|, \% : 0,34$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}} : 0,20 (d_i, \%)$$

L'ER% est-elle inférieure ou égale à 10 % ? 8,4 % (d_i, %) (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à la limite de l'ER alternative, plus/moins % ? 1,0 (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à celle de |cc| ? (d_i, %) Erreur systématique

Le résultat de $\frac{|d|-|cc|}{PE}$ est-il inférieur ou égal à 5.0 % de la PE ? 0,6 % (Satisf.)

La moy. de la MR est-elle supérieure à 30 % de la PE ? oui

FCES égal à : 1,06

cycles, n=9 (*t_{0,025}) : 2,306

cycles, n=10 (*t_{0,025}) : 2,262

cycles, n=11 (*t_{0,025}) : 2,228

cycles, n=12 (*t_{0,025}) : 2,201

*réglé pour n-1 degrés de liberté

Autrement, FCES=1

Équations de l'ER :

$$ER = \left[\frac{|d|+|cc|}{MR} \right] \times 100$$

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}}$$

MR = Moy. des mesures de la méthode de référence

FCES = $\frac{\text{Moy. de la MR}}{\text{Moy. du SMECE}}$ si la moyenne de la MR est supérieure à 30 % de la PE

C-5 Évaluation de la VER pour l'humidité moyenne des gaz de cheminée			
Pleine échelle (PE) du SMECE		20	% H ₂ O
Moy. cycle	MR, %H ₂ O	SMECE,%H ₂ O	d _i , % H ₂ O
1	6,1	6,7	0,6
2	6,1	6,6	0,5
3	6,2	6,7	0,5
4	6,2	6,8	0,6
5	6,1	6,6	0,5
6	6,1	6,5	0,4
7	6,2	6,6	0,4
8	6,1	6,5	0,4
9	6,3	6,8	0,5
10	n.d.	n.d.	n.d.
11	n.d.	n.d.	n.d.
12	n.d.	n.d.	n.d.

Moyenne : 6,2 (MR, % H₂O)

Moyenne : 6,6 (SMECE, % H₂O)

Somme : 4,0 (d_i)

ET : 0,078 (d_i)

Compte : 9 (d_i, % H₂O)

t_{0,025} : 2,306

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|, \% \text{ H}_2\text{O} : 0,49$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}} : 0,06 (d_i, \% \text{ H}_2\text{O})$$

L'ER% est-elle inférieure ou égale à 10 % ? 8,9 % (d_i, % H₂O) (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à la limite de l'ER alternative, plus/moins % H₂O ? 1,50 (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à celle de |cc| ? (d_i, % H₂O) Erreur systématique

$$\frac{|d| - |cc|}{PE}$$

Le résultat de $\frac{|d| - |cc|}{PE}$ est-il inférieur ou égal à 5.0 % H₂O de la PE ? 2,1 % (Satisf.)

La moy. de la MR est-elle supérieure à 30 % de la PE ? oui

FCES égal à : 0,93

cycles, n=9 (*t_{0,025}) : 2,306

cycles, n=10 (*t_{0,025}) : 2,262

cycles, n=11 (*t_{0,025}) : 2,228

cycles, n=12 (*t_{0,025}) : 2,201

*réglé pour n-1 degrés de liberté

Équations de l'ER :

$$ER = \left[\frac{|d| + |cc|}{MR} \right] \times 100$$

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}}$$

MR = Moy. des mesures de la méthode de référence

FCES = $\frac{\text{Moy. de la MR}}{\text{Moy. du SMECE}}$ si la moyenne de la MR est supérieure à 30 % de la PE

Autrement, FCES=1

C-6 Évaluation de la VER pour la température des gaz de cheminée			
Pleine échelle (PE) du SMECE		500	°C
Moy. cycle	MR, °C	SMECE, °C	d _i , °C
1	301,1	316,3	15,2
2	294,3	308,2	13,9
3	295,2	314,7	19,5
4	300,5	295,6	-4,9
5	303,0	314,3	11,3
6	303,2	321,1	17,9

7	294,0	293,5	-0,5
8	298,4	313,4	15,0
9	305,0	317,0	12,0
10	n.d.	n.d.	n.d.
11	n.d.	n.d.	n.d.
12	n.d.	n.d.	n.d.

Moyenne : 299,4 (MR, °C)

Moyenne : 310,5 (SMECE, °C)

Somme : 99,0 (d_i)

ET : 8,277 (d_i)

Compte : 9 (d_i, °C)

t_{0,025} : 2,306

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|, \text{°C} : 11,04$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}} : 6,36 (d_i, \text{°C})$$

L'ER% est-elle inférieure ou égale à 10 % ? 5,8 % (d_i, °C) (Satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à la limite de l'ER alternative, plus/moins °C ? 10,0 (Non satisf.)

La valeur de |d| est-elle supérieure à celle de |cc| ? (d_i, °C) Erreur systématique

Le résultat de $\frac{|d|-|cc|}{|d|}$ est-il inférieur ou égal à 5.0 % H₂O de la PE ? 0,9 % (Satisf.)

La moy. de la MR est-elle supérieure à 30 % de la PE ? oui

FCES égal à : 0,96

cycles, n=9 (*t_{0,025}) : 2,306

cycles, n=10 (*t_{0,025}) : 2,262

cycles, n=11 (*t_{0,025}) : 2,228

cycles, n=12 (*t_{0,025}) : 2,201

*réglé pour n-1 degrés de liberté

Équations de l'ER :

$$ER = \left[\frac{|d|+|cc|}{MR} \right] \times 100$$

$$|d| = \left| \frac{\sum d_i}{n} \right|$$

$$|cc| = 2,306 \times \frac{ET(d_i)}{\sqrt{n}}$$

MR = Moy. des mesures de la méthode de référence

FCES = $\frac{\text{Moy. de la MR}}{\text{Moy. du SMECE}}$ si la moyenne de la MR est supérieure à 30 % de la PE

Autrement, FCES=1

C-7 Essai de Grubbs pour relever les valeurs aberrantes de la VER					
Essai n°	MR	SMECE	d _i	Grubbs	Valeurs critiques de G pour la suppression des valeurs aberrantes
1	72,8	75,1	2,3	0,46	

2	68,9	69,9	1,0	0,86	cycles	G, seuil de confiance de 95 %
3	72,0	73,0	1,0	0,86	n	
4	72,0	73,6	1,6	0,68	6	1,82
5	68,7	69,9	1,2	0,80	7	1,94
6	70,1	76,0	5,9	0,65	8	2,03
7	67,6	73,8	6,2	0,74	9	2,11
8	67,5	71,6	4,1	0,10	10	2,18
9	73,3	74,5	1,2	0,80	11	2,23
10	75,0	80,0	5,0	0,37	12	2,29
11	80,0	92,0	12,0	2,54	13	2,33
12	75,0	79,0	4,0	0,064	14	2,37

Moy. Di = SMECE_i – MR_i = 3,8

ET = ET(d_i) = 3,237

Taille de l'ensemble = COMPTE(d_i) = 12

$$\text{Grubbs} = \left| \frac{d_i - \text{Moy. } d_i}{\text{ET}(d_i)} \right|$$

Maximum de Grubbs calculé dans l'ensemble : 2,54

L'essai produisant une valeur de Grubbs qui est supérieure à la valeur G critique pour la taille de l'ensemble, en commençant par la valeur maximale de Grubbs calculée, doit être supprimé de la liste.

Source : Frank E. Grubbs, *Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples*, *Technometrics*, 11:1, 1–21, (1969)