

**Guide d'échantillonnage
à des fins d'analyses
environnementales**

CAHIER 4

**ÉCHANTILLONNAGE
DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES
EN PROVENANCE DE SOURCES FIXES**

**ÉDITION : 2005
Révisée : 21 juillet 2009**

Centre d'expertise
en analyse
environnementale

Québec 

Note au lecteur : Les renseignements relatifs aux marques déposées ou aux produits commerciaux ne sont donnés qu'à titre indicatif; des produits équivalents peuvent leur être substitués.

Pour information complémentaire sur les activités du
Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
ou pour vous procurer nos documents, veuillez consulter notre site Internet
à l'adresse suivante : www.ceaeq.gouv.qc.ca

ou communiquer avec nous :

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
2700, rue Einstein, bureau E.2.220
Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-1301

Télécopieur : 418 528-1091

Courriel : ceaeq@mddep.gouv.qc.ca

Référence bibliographique :

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC,
Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 4 – Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec,
Édition courante, http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides_ech.htm

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2009

ISBN 978-2-550-55291-8 Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale (Ensemble)

ISBN 978-2-550-56708-0 (PDF) (Cahier 4)

ISBN 978-2-550-53927-8 (publié précédemment par Les éditions le Griffon d'argile, ISBN 2-89443-007-8,
1^{ère} édition, 1994)

© Gouvernement du Québec, 2009

AVANT-PROPOS

Le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* regroupe une série de cahiers traitant spécifiquement de l'échantillonnage de divers milieux. Il décrit un ensemble de bonnes pratiques qui régissent la planification et la réalisation des travaux d'échantillonnage et vise ainsi à assurer la qualité des prélèvements d'échantillons ainsi que la validité des données scientifiques qui en découlent.

L'ouvrage, dans son ensemble, a été mis en œuvre par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, plus particulièrement par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, après qu'il ait été constaté que les préleveurs n'avaient pas à leur disposition les instruments nécessaires pour acquérir rapidement une connaissance générale des pratiques d'échantillonnage au Québec.

Le cahier 4 porte plus particulièrement sur l'échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes. Il s'adresse aux préleveurs qui travaillent à l'intérieur d'une campagne d'échantillonnage et a pour objectif de fournir des lignes directrices en vue de la planification et la réalisation de travaux d'échantillonnage. Bien que le guide soit d'une grande portée, il peut exister des situations où son application ne garantit pas le succès escompté. Dans ces cas, on devra recourir à l'expertise de spécialistes.

Depuis la première édition de ce cahier, différentes problématiques ont été soulevées par les utilisateurs; nous en avons tenu compte pour améliorer son contenu et nous adapter aux innovations récentes. De plus, nous nous sommes inspirés du *Programme d'accréditation d'échantillonnage environnemental (DR-12-PAÉE)* et des *Lignes directrices concernant les prélèvements des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes – Secteur de l'air (DR-12-AIR-01)* pour la mise à jour de ce cahier. Son contenu expose les éléments essentiels à la réalisation d'une campagne d'échantillonnage et présente les méthodes d'échantillonnage pour la mesure de contaminants spécifiques.

L'utilisateur de ce cahier doit tenir compte des renseignements qui sont inscrits dans le cahier 1 - *Généralités*. Rappelons que ce premier cahier traite du cadre général de la planification d'une campagne d'échantillonnage et des procédures techniques aux plans de la qualité, de la santé et de la sécurité ainsi que de l'intégrité de l'échantillon.

Cette troisième édition a été réalisée en consultation avec un comité de révision composé de spécialistes de la problématique de l'échantillonnage des émissions atmosphériques. Nous tenons à les remercier très sincèrement pour leur contribution. Nous remercions également les auteurs de la première édition ainsi que toutes les personnes qui ont accepté de fournir de précieux renseignements sur les aspects de l'échantillonnage et de commenter les versions successives de l'ouvrage. Leurs opinions et leurs commentaires constituent un apport inestimable à la réalisation du présent cahier du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
AVANT-PROPOS	3
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES ANNEXES	8
1. INTRODUCTION	9
2. PLANIFICATION D'UNE CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE	9
3. PRÉÉCHANTILLONNAGE	9
3.1. Équipe d'échantillonnage	9
3.2. Santé et sécurité	10
3.3. Conditions techniques et environnementales préalables	10
3.4. Devis d'échantillonnage	11
3.4.1. Introduction.....	11
3.4.2. Sources et capacités de production.....	11
3.4.3. Systèmes d'épuration.....	11
3.4.4. Services disponibles au site d'échantillonnage.....	11
3.4.5. Points d'échantillonnage sélectionnés.....	11
3.4.6. Caractéristiques préliminaires du flux gazeux.....	12
3.4.7. Substances à échantillonner et méthodes à utiliser.....	12
3.4.8. Activités d'assurance et de contrôle de la qualité.....	12
3.4.9. Calendrier d'échantillonnage et membres de l'équipe.....	12
3.4.10. Autres renseignements.....	12
3.5. Choix des équipements	13
4. ÉCHANTILLONNAGE	13
4.1. Contrôle et assurance de la qualité de l'échantillonnage	13
4.2. Principes méthodologiques	14
4.3. Étalonnage	19
4.4. Méthode de mesure de l'opacité	20
4.5. Appareils de mesure en continu installés aux sources fixes	20
5. POSTÉCHANTILLONNAGE	21
5.1. Manipulation des échantillons	21
5.2. Analyses	22

5.3.	Enregistrement des données (traçabilité).....	22
5.3.1.	Devis d'échantillonnage.....	22
5.3.2.	Feuilles de travail, suivi des mesures et calculs	22
5.3.3.	Sous-traitance	23
5.3.4.	Rapport d'expertise d'échantillonnage	23
RÉFÉRENCES.....		25
BIBLIOGRAPHIE.....		27

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 – Caractérisation du flux gazeux et détermination des particules	15
Tableau 2 – Détermination des substances inorganiques.....	16
Tableau 3 – Détermination des substances organiques.....	17
Tableau 4 – Détermination d'autres substances.....	18
Tableau 5 – Détermination instrumentale des substances inorganiques et organiques	18
Tableau 6 – Exemples de combinaisons possibles de paramètres.....	19
Tableau 7 – Étalonnage et vérification des instruments.....	20
Tableau 8 - Essais de performance pour l'installation permanente des équipements de mesure en continu	21

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1: Exemple de feuille de prise de données d'échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes
- Annexe 2: Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenances de sources fixes
- Annexe 3: Suivi de l'échantillonnage
- Annexe 4: Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les émissions atmosphériques en provenance de sources fixes

1. INTRODUCTION

La contamination de l'atmosphère est principalement causée par les émissions gazeuses et particulaires des moyens de transport, des procédés industriels, de la combustion de combustibles, de l'incinération des déchets et d'autres sources semblables. La conformité des rejets aux normes applicables aux sources fixes est déterminée à l'aide de la caractérisation des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes. La mesure des contaminants visés nécessite l'utilisation de méthodes d'échantillonnage spécifiques.

Une source fixe peut se définir comme l'ensemble des points d'émission à l'atmosphère d'une source autre qu'un véhicule automobile, un aéronef, un navire ou une locomotive. À titre d'exemple, il peut s'agir de cheminées ou d'évents de toit d'une usine.

Ce cahier du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* décrit plus particulièrement les éléments nécessaires pour préparer et effectuer une campagne d'échantillonnage des contaminants émis à l'atmosphère par une source fixe.

2. PLANIFICATION D'UNE CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE

Le cahier 1 – *Généralités* du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* traite des principaux éléments nécessaires à la planification optimale d'une campagne d'échantillonnage. Lors de la planification et de la réalisation d'une campagne d'échantillonnage, un programme d'assurance et de contrôle de la qualité doit être mis en place et englober non seulement les différents éléments de contrôle de qualité de l'échantillonnage, mais également des notions relatives aux ressources humaines et aux ressources matérielles employées. Certains éléments clés sont présentés dans les sections suivantes, lesquels sont inspirés du *Programme d'accréditation d'échantillonnage environnemental (DR-12-PAÉE)* et des *Lignes directrices concernant les prélèvements des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes – Secteur de l'air (DR-12-AIR-01)*.

Il est possible de diviser le déroulement d'une campagne d'échantillonnage en trois étapes principales, soit le prééchantillonnage, l'échantillonnage et le postéchantillonnage, décrites ci-après. Pour ce qui est des principaux éléments à considérer dans le programme d'assurance et de contrôle de la qualité, ils sont exposés dans ce document.

3. PRÉÉCHANTILLONNAGE

3.1. Équipe d'échantillonnage

Sur un site de prélèvement, l'équipe d'échantillonnage est composée d'au moins deux personnes, dont un responsable scientifique ou chef d'équipe. Ce responsable scientifique ou chef d'équipe est un professionnel ou un technicien qui possède la formation et l'expérience pertinentes reliées à l'échantillonnage des émissions atmosphériques de sources fixes.

La répartition des tâches des membres de l'équipe doit être définie de façon à permettre la réalisation adéquate des échantillonnages. Ainsi, en règle générale, le chef d'équipe est responsable de la bonne utilisation des méthodes, du fonctionnement du dispositif d'échantillonnage ou des appareils de mesure, du calcul des résultats et de l'élaboration du rapport de caractérisation. De plus, lorsque des conditions isocinétiques sont requises, le responsable scientifique ou chef d'équipe doit concentrer ses efforts au suivi du dispositif d'échantillonnage.

La formation des membres d'équipe et la connaissance des différents sites d'échantillonnage à évaluer sont également des éléments importants à considérer lors de la planification d'une campagne d'échantillonnage. Lorsque cela est possible, une réunion préparatoire à laquelle participent tous les intervenants du projet (équipe d'échantillonnage, ingénierie, laboratoire) doit être tenue afin de déterminer clairement tous les volets du projet, y compris les conditions d'exploitation de la source, les paramètres à déterminer, le site d'échantillonnage, les méthodes à utiliser, les laboratoires sous-traitants et ainsi de suite. De plus, des réunions préparatoires de l'équipe d'échantillonnage doivent être tenues afin de s'assurer que les membres sont familiers avec les diverses méthodes de travail et que les procédures et les protocoles sont respectés.

3.2. Santé et sécurité

Les membres de l'équipe sont responsables de leur propre sécurité. Ils sont tenus de porter les équipements de sécurité nécessaires et de respecter en tout temps les règles de sécurité en vigueur sur chaque site d'échantillonnage. Le Cahier 1 du *Guide d'échantillonnage à de fins d'analyses environnementales* renferme tous les renseignements essentiels sur les aspects santé et sécurité à respecter lors d'une campagne d'échantillonnage.

Sur un site de prélèvement, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent pouvoir communiquer efficacement entre eux de même qu'avec le responsable désigné de la source fixe par des postes émetteurs-récepteurs portatifs. De plus, tout l'équipement utilisé doit être conforme aux prescriptions requises dans la réglementation (ex. : transport de bonbonnes de gaz).

3.3. Conditions techniques et environnementales préalables

Sur un site d'échantillonnage, tous les éléments qui entourent les essais doivent être adéquats et satisfaire les besoins de l'équipe qui effectue les échantillonnages. Ainsi, il est fortement recommandé d'effectuer une visite préparatoire des lieux; cette visite procurera des renseignements utiles sur le procédé utilisé, les caractéristiques approximatives des gaz émis, le matériel nécessaire et les services connexes requis (plate-forme sécuritaire, abri chauffé, porte d'échantillonnage, électricité, moyens de communication, espace de travail pour la manipulation des échantillons, etc.) avant même que les essais ne soient réalisés et que le devis d'échantillonnage ne soit préparé.

3.4. Devis d'échantillonnage

Avant d'entreprendre une campagne d'échantillonnage, il faut avoir sous la main des renseignements les plus complets possibles dans le but d'assurer la réussite des essais et de la caractérisation. Il est donc primordial de bien déterminer les conditions de fonctionnement de chacune des sources et d'obtenir les données préliminaires. Le devis permet à l'équipe qui effectue le prélèvement de démontrer à son client ou aux instances gouvernementales que tous les aspects reliés à l'échantillonnage ont été bien compris et de s'assurer qu'il n'y aura pas de malentendu lors de l'échantillonnage proprement dit, puisque le devis a été approuvé par les parties au préalable.

Les équipes d'échantillonnage doivent conserver les données qui ont servi à la préparation des travaux préliminaires. Un devis d'échantillonnage doit renfermer les renseignements décrits ci-dessous :

3.4.1. Introduction

Une brève description du but des essais et du contexte de réalisation.

3.4.2. Sources et capacités de production

Pour chacun des points d'émission étudiés, l'appellation du procédé et le principe de fonctionnement doivent être connus. Il importe également d'obtenir, dans la mesure du possible, les capacités de production habituelles afin de vérifier si les émissions de la source sont échantillonnées ou mesurées dans les mêmes conditions.

3.4.3. Systèmes d'épuration

Lorsque l'effluent gazeux du point d'émission étudié est épuré, l'appellation de l'unité d'épuration et le principe de fonctionnement doivent être obtenus dans la mesure du possible.

3.4.4. Services disponibles au site d'échantillonnage

L'équipe responsable des échantillonnages doit dresser la liste de l'ensemble des services requis pour les mesures (ex. : électricité, abri, local adéquat pour la manipulation des échantillons, etc.).

3.4.5. Points d'échantillonnage sélectionnés

Au début des travaux de caractérisation, l'équipe d'échantillonnage doit déterminer les lieux de prélèvement où le flux gazeux de chaque point d'émission peut être échantillonné. Il faut alors décrire les points d'échantillonnage, tracer un croquis de la source et préciser la nature des turbulences en amont et en aval des lieux en question.

La hauteur du point d'émission à l'atmosphère, le diamètre intérieur du conduit au site d'échantillonnage et les longueurs de conduite sans turbulence avant et après les points de prélèvements doivent être mesurés ou encore obtenus de plans conformes. Ainsi, la détermination du nombre de points de mesure et de leur position peut être effectuée selon la méthode décrite au Tableau 1 – Caractérisation du flux gazeux et détermination des particules.

3.4.6. Caractéristiques préliminaires du flux gazeux

Avant d'échantillonner un contaminant ou un groupe de contaminants provenant d'un point d'émission, il faut connaître, avant le premier essai, la température, la vitesse, le poids moléculaire et l'humidité du gaz émis par celui-ci. Ces données préliminaires servent à calculer les paramètres pour l'ajustement de la pompe durant le prélèvement et le diamètre de la buse qui permet le prélèvement de façon isocinétique comme l'exige la méthode choisie. De plus, les problèmes associés à l'écoulement des gaz (stabilité, débit cyclonique ou inversé) seront décelés durant les essais préliminaires. Les méthodes utilisées pour effectuer ces mesures sont présentées au Tableau 1 – Caractérisation du flux gazeux et détermination des particules.

3.4.7. Substances à échantillonner et méthodes à utiliser

Le devis doit clairement spécifier les substances ou les paramètres à échantillonner et décrire les méthodes à utiliser pour mesurer les contaminants recherchés.

3.4.8. Activités d'assurance et de contrôle de la qualité

Le programme d'assurance et de contrôle de la qualité adopté pour valider les résultats et les moyens de contrôle mis en place dans le but de s'assurer de respecter les éléments critiques des mesures effectuées tout au long de la campagne doit être décrit.

3.4.9. Calendrier d'échantillonnage et membres de l'équipe

Le devis doit renfermer un calendrier de réalisation de même qu'une liste des noms de tous les membres de l'équipe d'échantillonnage avec une description de leur formation et de leur expérience. Il faut aussi préciser le rôle de chacun des membres de l'équipe en vue de la réalisation de la campagne d'échantillonnage.

3.4.10. Autres renseignements

Tout autre renseignement essentiel peut être ajouté au devis d'échantillonnage de façon à préciser la problématique d'un site d'échantillonnage donné.

3.5. Choix des équipements

À cette étape, l'équipe d'échantillonnage connaît le type d'équipement nécessaire pour réaliser le projet de caractérisation. Il s'agira donc de choisir les équipements nécessaires pour la campagne d'échantillonnage à même l'inventaire disponible et mis à jour. La vérification du bon fonctionnement des équipements et des tests d'épreuve sur la verrerie doit être effectuée selon des protocoles établis à l'égard de l'entretien, de l'étalonnage, du lavage, etc.

4. ÉCHANTILLONNAGE

4.1. Contrôle et assurance de la qualité de l'échantillonnage

L'équipe d'échantillonnage doit être en mesure de démontrer que son programme d'assurance et de contrôle de la qualité en rapport avec les activités d'échantillonnage est respecté. Les principaux éléments de contrôle de la qualité à considérer lors d'une campagne d'échantillonnage sont généralement les suivants :

- préparation des dispositifs d'échantillonnage selon les exigences des méthodes (incluant l'ajout de milieux absorbants, etc.);
- numérotation et étiquetage adéquat des échantillons;
- tests de fuite avant, pendant (si une modification est apportée au dispositif d'échantillonnage) et après les prélèvements;
- stricte observation des protocoles d'échantillonnage (nombre de points de mesure, lecture des températures, lecture des pressions, etc.);
- vérification périodique du facteur de correction du compteur de gaz de type sec selon le cas, à l'aide de l'orifice critique;
- prélèvement d'un échantillon témoin (blanc de terrain) pour chaque paramètre déterminé.

De plus, l'établissement de critères d'acceptabilité des résultats doit être réalisé selon les éléments critiques définis dans les différentes méthodologies utilisées (points d'échantillonnage, conditions isocinétiques, équipements de mesure, étalonnages, etc.). Il faut être en mesure de retracer l'ensemble de ces éléments, lesquels doivent faire partie du contenu du rapport d'expertise mentionné à la section 5. Plusieurs méthodes sont disponibles pour réaliser adéquatement des essais. Elles sont expliquées à la section 4.2.

4.2. Principes méthodologiques

Les principaux contaminants recherchés dans les sources fixes sont les particules, les composés inorganiques (métaux, NO_x, SO₂, HCl, etc.) et les composés organiques (composés organiques volatils, semi-volatils, etc.). Ces contaminants sont responsables de la dégradation de la qualité de l'atmosphère. Pour les doser, différentes méthodes d'échantillonnage sont disponibles. Selon leur principe méthodologique, il est possible de classer les méthodes en deux catégories : méthodes avec absorption et méthodes instrumentales.

D'une manière générale, les méthodes avec absorption consistent à prélever un échantillon du flux gazeux et à le faire circuler à travers un filtre et une série de barboteurs destinés à retenir les contaminants, qui seront analysés ultérieurement dans un laboratoire. En mesurant la quantité de gaz prélevé et en analysant les contaminants piégés dans la ligne de prélèvement pour en connaître la masse, il est possible d'obtenir la concentration du contaminant dans l'effluent gazeux. De plus, les mesures effectuées pendant la caractérisation préliminaire et répétées lors des essais d'échantillonnage permettent d'évaluer les taux d'émission des contaminants rejetés dans l'atmosphère.

Selon la nature gazeuse ou particulaire du contaminant, la technique de prélèvement sera différente. En effet, lorsque le contaminant est considéré comme solide ou liquide, le prélèvement doit se faire à la même vitesse que la vitesse de circulation du gaz dans la conduite afin d'éviter une discrimination de masse causée par l'inertie de la particule solide ou liquide; ceci constitue la définition d'un prélèvement isocinétique.

Quant aux méthodes instrumentales, celles-ci consistent généralement à prélever et analyser en continu un échantillon du flux gazeux pour évaluer la concentration des contaminants. Les analyseurs permettent d'obtenir le résultat analytique sur le site d'échantillonnage.

Les méthodes d'échantillonnage pour les différentes substances présentes dans les émissions atmosphériques des sources fixes figurent aux tableaux 1 à 5. Le respect intégral des méthodes et des conditions requises est essentiel à la réussite des essais de caractérisation. De plus, les préleveurs doivent extraire des échantillons en respectant les exigences et spécifications supplémentaires mentionnées dans ces tableaux. Les spécifications touchent principalement le nombre d'essais à réaliser, qui est toujours de trois par substance ou paramètre à échantillonner pour chaque condition de fonctionnement de la source, de même que la durée des essais et le volume minimal d'échantillon à prélever.

L'appellation courante de chaque méthode est citée dans ces différents tableaux. Une méthode pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) est présentée à l'annexe IV. En ce qui concerne les autres méthodes, les références méthodologiques complètes sont disponibles à la section Bibliographie à la fin de ce cahier. Il existe des méthodes autres que celles proposées dans ce cahier. Cependant, avant d'utiliser une autre méthode, il est de la responsabilité de l'équipe d'échantillonnage de démontrer l'équivalence de la méthode proposée à la satisfaction des autorités ministérielles.

Certaines substances peuvent être échantillonnées simultanément dans le même dispositif d'échantillonnage. Cependant, les substances doivent être piégées sélectivement dans des barboteurs différents ou encore être piégées dans les mêmes barboteurs et analysées simultanément sans interférence. Pour connaître les substances qui peuvent être échantillonnées dans la même ligne, il faut tenir compte de la nature chimique de la substance et appuyer sa décision sur la documentation scientifique disponible. Le Tableau 6 – Exemples de combinaisons possibles de paramètres présente quelques exemples de combinaisons de paramètres possibles.

Tableau 1 – Caractérisation du flux gazeux et détermination des particules

Paramètre	Méthodes	Spécifications et exigences supplémentaires
Détermination du lieu d'échantillonnage et des points de prélèvement	Environnement Canada, SPE 1/RM/8-méthode A	En cas de non-respect des critères, faire modifier la source fixe pour la rendre conforme.
Détermination de la vitesse et du débit volumétrique des gaz de cheminée	Environnement Canada, SPE 1/RM/8-méthode B	
Détermination de la masse molaire par analyse des gaz (O ₂ , CO ₂ , CO et N ₂)	Environnement Canada, SPE 1/RM/8-méthode C	
Détermination de la teneur en humidité	Environnement Canada, SPE 1/RM/8-méthode D	
Détermination des rejets de particules* ou	Environnement Canada, SPE 1/RM/8-méthode E	<ul style="list-style-type: none"> • Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. • Volume minimal prélevé : 1,5 m³R. • Utilisation d'autres méthodes pour des cas particuliers; approbation préalable (comité).
Détermination des particules, des fluorures totaux et gazeux*	Méthode d'échantillonnage par cassette ou l'équivalent	Reconnue par les autorités ministérielles.
Détermination des PM ₁₀ et PM _{2,5} *	USEPA, CFR 40, Part 60, méthode 201A	
Autres caractérisations du flux gazeux ou autres déterminations des particules non spécifiées		Méthodes validées et approuvées par un organisme reconnu.

* Isocinétique

Tableau 2 – Détermination des substances inorganiques

Paramètres	Méthodes	Spécifications et exigences supplémentaires
Métaux*	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 29	Durée minimale de prélèvement : 120 minutes. Volume minimal prélevé : 2,8 m ³ R à un débit inférieur à 0,028 m ³ /min.
Plomb*	Environnement Canada, SPE 1/RM/7	Durée minimale de prélèvement : 120 minutes. Volume minimal prélevé : 2,8 m ³ R à un débit inférieur à 0,028 m ³ /min.
Brouillard d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄ +SO ₂ /SO ₃)*	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 8	Durée minimale de prélèvement : 120 minutes. Volume minimal prélevé : 2,8 m ³ R à un débit inférieur à 0,028 m ³ /min.
Fluorures solides et gaz fluorés*	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 13A ou 13B	Durée minimale de prélèvement : 120 minutes. Volume minimal de prélèvement : 2,8 m ³ .
Composés halogénés d'hydrogène (HCl, HBr et HF) et halogènes (Cl ₂ et Br ₂)*	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 26A	Durée minimale de prélèvement : 20 minutes. Volume minimal de prélèvement : 20 litres. Chaque barboteur est analysé séparément.
Fibres d'amiante*	Environnement Canada, EPS 1/AP/75-1 et 1A	Se référer à SPE 1/RM/8 au lieu de EPS 1/AP/74-1.
Particules sous forme d'huile*	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 8 avec de l'eau dans les barboteurs	Hexane comme solvant de nettoyage et dosage selon les méthodes d'analyse MA400-HYD1.0 ou 1664 d'USEPA.
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Environnement Canada, EPS 1/AP/74-3	Durée minimale de prélèvement : 20 minutes. Volume minimal de prélèvement : 20 litres.
Oxydes d'azote (NOx)	Environnement Canada, EPS 1/AP/77-3	Durée de prélèvement : 1 minute. Volume minimal de prélèvement : 2 litres.
Chlorure d'hydrogène (HCl)	Environnement Canada, SPE 1/RM/1	Durée minimale de prélèvement : 20 minutes. Volume minimal de prélèvement : 20 litres.
Composés de soufre réduit totaux	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 16A	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Volume minimal de prélèvement : 120 litres.
Autres substances inorganiques non spécifiées		Méthodes validées et approuvées par un organisme reconnu.

* Isocinétique

Tableau 3 – Détermination des substances organiques

Paramètres	Méthodes	Spécifications et exigences supplémentaires
Composés organiques totaux*	CUM, méthode cryogénique	Durée minimale de prélèvement : 45 minutes. Volume minimal de prélèvement : 0,3 m ³ .
Composés organiques semi-volatils (BPC, CB, CP, HAP, PCDD et PCDF)*	Environnement Canada, SPE 1/RM/2	Durée minimale de prélèvement : 180 minutes. Volume minimal de prélèvement : 3 m ³ .
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)*	MDDEP, Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les émissions atmosphériques en provenance de sources fixes, Annexe IV	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Volume minimal de prélèvement : 1,5 m ³ .
Émissions fugitives (COV-fuites)	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 21	
Composés organiques volatils spécifiques (Choisir la méthode la plus pertinente en fonction des substances recherchées et des concentrations estimées)	USEPA, méthode 0030	Durée minimale de prélèvement : 20 minutes. Volume minimal de prélèvement : 20 litres.
	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 18	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes avec un adsorbant. Volume minimal de prélèvement : 60 litres lorsqu'un adsorbant est utilisé.
	NIOSH, méthode 1500 (chromatographie)	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Volume minimal de prélèvement : 12 litres.
	CUM, méthode pour les BTEX	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Volume minimal de prélèvement : 12 litres.
Autres substances organiques non spécifiées		Méthodes validées et approuvées par un organisme reconnu.

* Isocinétique

Tableau 4 – Détermination d'autres substances

Paramètres	Méthodes	Spécifications et exigences supplémentaires
Opacité	Échelle Micro-Ringelmann	
Nombre d'unités d'odeur	ASTM méthode E 679-91 (1997) (olfactométrie dynamique) ou CUM-olfactomètre dynamique	
Autres substances non spécifiées		Méthodes validées et approuvées par un organisme reconnu.

Tableau 5 – Détermination instrumentale des substances inorganiques et organiques

Paramètres	Méthodes	Spécifications et exigences supplémentaires
Dioxyde de soufre (SO ₂)	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 6C	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Utilisation de 3 gaz d'étalonnage à des concentrations représentatives.
Oxydes d'azote (NO _x)	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 7E (ou 6C avec adaptation)	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Utilisation de 3 gaz d'étalonnage à des concentrations représentatives.
Oxygène (O ₂)	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 3A (ou 6C avec adaptation)	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Utilisation de 3 gaz d'étalonnage à des concentrations représentatives.
Dioxyde de carbone (CO ₂)	USEPA, CFR 40, part 60, méthodes 3A (ou 6C avec adaptation)	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Utilisation de 3 gaz d'étalonnage à des concentrations représentatives.
Monoxyde de carbone (CO)	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 10	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Utilisation de 3 gaz d'étalonnage à des concentrations représentatives.
Composés organiques gazeux totaux (hydrocarbures totaux)	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 25A	Durée minimale de prélèvement : 60 minutes. Fréquence d'étalonnage : 2 fois par jour d'utilisation au début et à la fin et lecture aux 5 minutes. Utilisation de 3 gaz d'étalonnage à des concentrations représentatives.
Autres déterminations instrumentales non spécifiées		Méthodes validées et approuvées par un organisme reconnu.

Tableau 6 – Exemples de combinaisons possibles de paramètres

Paramètres	Méthodes
Particules et métaux	USEPA, CFR 40, part 60, méthode 29 et particules selon la méthode Environnement Canada, SPE 1/RM/8.
Particules et SO ₂	Environnement Canada, SPE 1/RM/8 modifiée selon la méthode Environnement Canada, EPS 1/AP/74-3
Particules et HCl	Environnement Canada, SPE 1/RM/8 modifiée selon la méthode Environnement Canada, SPE 1/RM/1

4.3. Étalonnage

L'étalonnage des équipements de mesure doit être effectué au moins une fois par année; ces équipements doivent cependant être étalonnés de nouveau s'ils sont modifiés ou réparés. Les instruments étalonnés pour les mesures aux sources fixes doivent inclure les buses, les baromètres, les tubes Pitot, les compteurs de gaz sec, les orifices, les manomètres, les thermocouples et les orifices critiques. Les méthodes pour l'étalonnage et la vérification des instruments sont présentées au Tableau 7 – Étalonnage et vérification des instruments.

L'étalonnage des équipements utilisés pour chacune des méthodes instrumentales doit également être réalisé à chaque utilisation au moyen d'étalons de gaz pour chacune des substances recherchées dans une gamme de concentrations représentatives du contaminant en question. La vérification des interférences doit être documentée de même que l'erreur et la dérive de l'étalonnage de l'analyseur et des biais du système de prélèvement utilisé.

Tous les équipements ainsi que les pièces de rechange doivent être disponibles sur les lieux de l'échantillonnage.

Tableau 7 – Étalonnage et vérification des instruments

Instrument	Méthodes
Buse	Mesure directe avec un micromètre
Tube de Pitot type S	Environnement Canada, SPE 1/RM/8, Méthode F
Compteur de gaz sec	Environnement Canada, SPE 1/RM/8, Méthode F
Orifice	Environnement Canada, SPE 1/RM/8, Méthode F
Manomètre	Comparaison avec manomètre incliné
Thermomètre ou thermocouple	USEPA, CFR 40, part 60, Méthode 2
Orifice critique	USEPA, CFR 40, part 60, Méthode 5
Baromètre	USEPA, CFR 40, part 60, Méthode 2

4.4. Méthode de mesure de l'opacité

L'opacité des émissions grises ou noires des cheminées ou sources peut être mesurée à l'aide de l'échelle Micro-Ringelmann. Cette méthode consiste à comparer visuellement l'intensité de l'opacité des gaz de la source à celle d'une échelle de mesure de référence.

4.5. Appareils de mesure en continu installés aux sources fixes

Il existe des appareils qui permettent d'échantillonner et d'analyser certains gaz dans un effluent gazeux de façon continue. Ils sont généralement installés en permanence aux sources fixes des industries. Cette technique permet de suivre en temps réel les émissions atmosphériques d'une source fixe. Les variations dans le temps des concentrations à l'émission peuvent donc être observées et une meilleure vérification de la source peut ainsi être effectuée. Ces méthodes sont de plus en plus prescrites dans les nouvelles réglementations.

Les gaz habituellement analysés par ces appareils sont l'oxygène (O₂), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), le chlorure d'hydrogène (HCl), le fluorure d'hydrogène (HF), les composés du soufre réduit (SRT) et les hydrocarbures totaux. L'opacité peut également être déterminée en continu. De plus en plus de techniques telles que la spectrométrie de masse et la spectroscopie infrarouge ou ultraviolette permettent de mesurer certains contaminants organiques gazeux et plusieurs composés organiques volatils. La performance de ces appareils, incluant la vitesse de réponse, la précision et l'exactitude, est établie à l'aide des instruments préétalonnés ou encore par comparaison avec les résultats obtenus en utilisant les méthodes décrites à la section 4.2.

Compte tenu de l'importance des renseignements fournis par ces appareils capables dans certains cas de doser simultanément plusieurs paramètres, il est primordial que les appareils installés aux sources fixes soient en bon état de fonctionnement et étalonnés afin de fournir des résultats de qualité.

Lors de l'installation permanente d'un système de mesure en continu à une source fixe, un protocole de vérification de performance du système doit être suivi. Le Tableau 8 présente les spécifications auxquelles doivent répondre les appareils de mesure en continu pour une installation optimale et représentative en fonction des différentes substances.

Tableau 8 - Essais de performance pour l'installation permanente des équipements de mesure en continu

Substances	Méthodes
Opacité	USEPA, Performance Specification 1
O ₂ et CO ₂	USEPA, Performance Specification 3
CO	USEPA, Performance Specification 4
NO _x et SO ₂	USEPA, Performance Specification 2 Environnement Canada, SPE 1/PG/7
Composés du soufre réduit	USEPA, Performance Specification 5
Autres substances	Respect des méthodes citées ci-dessus en adaptant selon le contaminant visé

5. POSTÉCHANTILLONNAGE

5.1. Manipulation des échantillons

Au site d'échantillonnage, toutes les précautions doivent être prises pendant la manipulation et la récupération des échantillons pour assurer leur intégrité. Le laboratoire qui a la responsabilité de l'analyse doit étiqueter les contenants de façon à permettre de retrouver facilement les échantillons prélevés. L'intégrité des échantillons doit également être assurée pendant l'étape de conservation et celle du transport.

5.2. Analyses

Les échantillons prélevés qui nécessitent des analyses doivent être confiés à un laboratoire qui répond aux exigences du *Programme d'accréditation des laboratoires d'analyse (DR-12-PALA)*. Toutefois, lorsque des paramètres analytiques ne sont pas couverts par ce programme d'accréditation, les analyses doivent être réalisées en respectant les méthodes disponibles qui proviennent d'organisations reconnues. De façon globale, le programme d'assurance et de contrôle de la qualité d'un laboratoire doit couvrir les aspects suivants :

- épreuve de la verrerie utilisée;
- utilisation d'étalons marqués (*surrogates*) pour les substances organiques semi-volatiles afin de suivre le taux de récupération;
- analyse des blancs de laboratoire et des blancs de terrain;
- étalonnage des instruments analytiques à l'aide d'étalons certifiés;
- insertion de blancs de méthode analytique, de duplicata d'échantillon et de données de validation de la méthode analytique utilisée;
- traçabilité et suivi des échantillons par la mise en place d'un système d'enregistrement complet des échantillons.

5.3. Enregistrement des données (traçabilité)

La traçabilité des renseignements est un élément primordial d'un système de qualité efficace. Il est essentiel de conserver les renseignements pertinents concernant l'échantillonnage pendant une période déterminée. Généralement, les éléments suivants sont requis pour assurer la traçabilité complète d'un essai : devis d'échantillonnage, feuilles de travail et de suivi des mesures, feuilles de calculs, avis de sous-traitance (au besoin) et rapport d'expertise.

5.3.1. Devis d'échantillonnage

Les éléments du devis d'échantillonnage ont déjà été discutés à la section 3.4.

5.3.2. Feuilles de travail, suivi des mesures et calculs

Les éléments qui doivent être inclus aux feuilles de travail, aux suivis des mesures et aux calculs sont propres à chaque méthode d'échantillonnage. Voici des exemples de suivi des mesures à noter pour chaque point de prélèvement :

- température des gaz;
- pression dans le tube de Pitot (delta p);
- chute de pression au débitmètre à orifice (delta H);

- volume indiqué par le compteur de gaz;
- température du compartiment du filtre (et du cyclone);
- température de la sonde;
- température dans le dernier barboteur;
- température du compteur de gaz;
- pression de vide dans le dispositif d'échantillonnage.

Souvent, les éléments à noter sur les feuilles de travail sont présentés sous forme de tableau de suivi; ils peuvent aussi être élaborés par des programmes informatiques. Les annexes I, II et III renferment quelques exemples de tableaux de suivi des mesures d'échantillonnage aux sources fixes.

Le programme d'assurance et de contrôle de la qualité doit permettre de s'assurer que les différents calculs sont vérifiés et compilés adéquatement, que les différents programmes informatiques élaborés sont vérifiés à une fréquence déterminée en comparant les résultats avec une série de calculs effectués manuellement ou à l'aide d'une calculatrice et que, idéalement, les résultats peuvent être comparés avec d'autres études effectuées dans le passé à la même source fixe.

5.3.3. Sous-traitance

L'équipe d'échantillonnage peut confier une partie des échantillonnages à des sous-traitants et recourir à un laboratoire accrédité par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs pour réaliser les analyses subséquentes. Le programme d'assurance et de contrôle de la qualité doit inclure des prescriptions dans le choix des sous-traitants au niveau de sa compétence et de leurs services. Le demandeur doit cependant être informé lorsqu'une partie des échantillonnages ou des analyses est réalisée par un sous-traitant.

5.3.4. Rapport d'expertise d'échantillonnage

À la fin d'une campagne d'échantillonnage, un rapport final d'échantillonnage doit être rédigé et ensuite archivé. Il doit contenir au minimum les renseignements suivants :

- nom et adresse de l'entreprise, le cas échéant;
- description de la source fixe échantillonnée et des points de prélèvement;
- contaminants mesurés;
- numéros des essais de même que la date et l'heure auxquelles ils ont eu lieu;

- tableau sommaire indiquant les concentrations, les taux d'émission et les normes applicables, le cas échéant;
- équipements d'échantillonnage utilisés et résultats des étalonnages;
- identification des sous-traitants mandatés;
- méthodes d'échantillonnage (méthodes utilisées, références et modifications apportées, le cas échéant);
- système d'épuration;
- source d'émission;
- tableau détaillé montrant les caractéristiques du flux gazeux échantillonné et les conditions de fonctionnement de la source;
- noms et fonctions des membres de l'équipe d'échantillonnage;
- noms des représentants de l'entreprise, le cas échéant;
- remarques liées aux procédés, aux méthodes, aux équipements, aux analyses, etc.;
- description du site d'échantillonnage (dimension, position des turbulences, nombre de points de prélèvement);
- résultats avec les unités de mesure appropriées;
- discussion;
- conclusion;
- date du rapport;
- signature et fonction du responsable du contenu du rapport;
- en annexe : feuilles de calcul des résultats, données de terrain et résultats d'analyse obtenus d'un laboratoire accrédité, photographies de situations ou de montages exceptionnels, etc.).

Il est essentiel de s'assurer que les rapports d'échantillonnage sont toujours vérifiés et qu'ils correspondent aux données recueillies sur le site d'échantillonnage. À titre d'exemple, la vérification de l'isocinétisme des mesures, les résultats des tests de fuite et la constance et l'ordre de grandeur du débit dans la source fixe sont des éléments importants à valider. De même, les divers rapports d'analyse fournis doivent aussi être validés et des éléments tels les taux de récupération des étalons et les données des blancs de terrain et de laboratoire doivent être interprétés convenablement.

RÉFÉRENCES

- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Lignes directrices concernant les prélèvements des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes : Secteur de l'air*, DR-12-AIR-01, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante,
<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/paee/dr12air01.pdf>
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, DR-12-SCA-01, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante,
http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12SCA01_lignes_dir_chimie.pdf
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Programme d'accréditation d'échantillonnage environnemental*, DR-12-PAÉE, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante,
<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/paee/dr12paee.pdf>
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Programme d'accréditation des laboratoires d'analyse : Normes et exigences*, DR-12-PALA, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante,
<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12PALA.pdf>
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 1 - Généralités*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante.

BIBLIOGRAPHIE¹

ASTM, Méthode E 679-91 (olfactométrie dynamique)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard practice for determination of odor and taste thresholds by a forced-choice ascending concentration series method of limits*, Annual book of ASTM standards, Designation: E 679 – 91, 1997.

CUM, Méthode cryogénique

COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL. *Méthode de référence : dosage des substances organiques dans les émissions de sources fixes, Méthode cryogénique*, septembre 1998.

CUM, Méthode pour les BTEX

COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL. Service de l'environnement, Division des laboratoires. *Détermination du benzène, toluène et xylène dans les sources fixes*, mai 1990.

CUM, Olfactomètre dynamique

COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL. *Méthode de référence : mesure du nombre d'unités d'odeur (Olfactomètre dynamique)*, mai 1990.

Environnement Canada, EPS 1/AP/74-3

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthodes normalisées de référence pour le contrôle à la source : dosage du dioxyde de soufre émis par les sources fixes*, Rapport EPS 1/AP/74-3, septembre 1975.

Environnement Canada, EPS 1/AP/75-1 et EPS 1/AP/75-1A

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthodes de référence normalisées en vue du contrôle des sources : mesure des émissions d'amiante provenant des opérations d'extraction et de broyage de l'amiante*, Rapport EPS 1/AP/75-1, décembre 1976.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthodes de référence normalisées en vue du contrôle des sources : mesure des émissions d'amiante provenant des opérations d'extraction et de broyage de l'amiante*, Rapport EPS 1/AP/75-1A, mars 1978.

Environnement Canada, EPS 1/AP/77-3

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthodes de référence normalisées en vue d'essais aux sources : mesure des émissions d'oxydes d'azote provenant de sources fixes*, Rapport EPS 1/AP/77-3, avril 1979.

¹ Dans la bibliographie qui suit, lorsqu'il existe une mise à jour des méthodes mentionnées, il faut utiliser la version la plus récente.

Environnement Canada, SPE 1/PG/7

ENVIRONNEMENT CANADA. *Protocoles et spécifications des exigences en matière de performance pour la surveillance continue des émissions gazeuses des centrales thermiques*, Rapport SPE 1/PG/7, septembre 1993.

Environnement Canada, SPE 1/RM/1

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthode de référence en vue d'essais aux sources : dosage de l'acide chlorhydrique gazeux dans les émissions de sources fixes*, Rapport SPE 1/RM/1, juin 1989.

Environnement Canada, SPE 1/RM/2

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthode de référence en vue d'essais aux sources : dosage des composés organiques semi-volatils dans les émissions de sources fixes*, Rapport SPE 1/RM/2, juin 1989.

Environnement Canada, SPE 1/RM/7

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesure des rejets de plomb dans les émissions de particules de sources fixes*, Méthode de référence SPE 1/RM/7, décembre 1993.

Environnement Canada, SPE 1/RM/8, Méthodes A à F

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesures des rejets de particules de sources fixes*, Méthode de référence SPE 1/RM/8, décembre 1993.

Méthode d'échantillonnage par cassette

ALCAN. *Mesures des émissions de particules totales et de fluorures totaux (particulaires et gazeux)*, Méthode de référence, Échantillonnage dans les événements de toits pour les salles de cuves des alumineries SÉCAL au Québec, juin 1998.

Méthode Micro-Ringelmann

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Bureau of Mines. *Ringelmann smoke chart*, Information circular 8333, Revision of IC 7718, May 1967.

NIOSH, Méthode 1500 (chromatographie)

NIOSH. *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)*, Method 1500: Hydrocarbons (bp 36-126 °C). Fourth edition, August 1994.

USEPA, Méthode 0030

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Test Methods for Evaluating Solid Waste*, Report SW-846, Volume 2, Field Manual Physical/Chemical Methods, 3rd Edition, Method 0030, Volatile organic sampling train, Revision 0, September 1986.

USEPA, Méthodes 1 à 29 et 201A

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Code of Federal Regulations*, Title 40, Part 60, Appendix A, July 2003.

USEPA, Performance Specification 1 to 5

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Code of Federal Regulations*, Title 40, Part 60, Appendix B, July 2003.

Annexe 1: Exemple de feuille de prise de données d'échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes

IDENTIFICATION DE L'ESSAI

USINE :	_____	DATE :	_____
LIEU :	_____	ESSAI :	_____
SOURCE :	_____	CODE :	_____
NOM DE L'ENTREPRISE D'ÉCHANTILLONNAGE : _____			

DONNÉES FONCTIONNELLES DES ESSAIS

Coefficient du Pitot :	_____	Diamètre buse (po) :	_____
Coefficient du compteur:	_____	Diamètre conduit (pi) :	_____
Coefficient de l'orifice :	_____	Pression bar. (po Hg) :	_____
K' du test :	_____	Pression stat. (po H ₂ O) :	_____
Humidité supposée :	_____		

MESURES DU CONTENU DES BARBOTEURS

MASSE(g)	AVANT	APRÈS	EAU CONDENSÉE
Barboteur 1	_____	_____	_____
Barboteur 2	_____	_____	_____
Barboteur 3	_____	_____	_____
Barboteur 4	_____	_____	_____
Barboteur 5	_____	_____	_____
Barboteur 6	_____	_____	_____
		TOTAL	_____

PRÉLEVEUR : _____

Annexe 2: Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenances de sources fixes

CODE : _____

SUIVI DES GAZ			
HEURE DU PRÉLÈVEMENT	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (ppm)
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

ANALYSE DES CONTAMINANTS			
Filtre n° _____	Poids du filtre avant _____		
MILIEU	CONTAMINANT	MASSE (mg)	TOTAL
Lavage buse-sonde	Particules	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

PRÉLEVEUR : _____

Annexe 4: Détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les émissions atmosphériques en provenance de sources fixes

La méthode d'échantillonnage doit être utilisée conjointement avec la méthode habituelle d'échantillonnage des particules dans les effluents gazeux de sources fixes (voir Tableau 1 – Caractérisation du flux gazeux et détermination des particules). Cette méthode introduit une modification à la méthode de base en plaçant un contenant spécial de résine Tenax[®]-GC entre le filtre et le premier barboteur.

Description de la ligne de prélèvement

Le montage est composé des éléments suivants :

- buse en acier inoxydable;
- sonde en acier inoxydable ou en verre;
- filtre en fibre de verre précalciné à 400 °C durant 16 heures;
- support de filtre en acier inoxydable, en verre ou en téflon;
- contenant 1, 15 g de résine Tenax[®]-GC 60/80 Mesh;
- barboteur 2, 100 ml H₂O;
- barboteur 3, 100 ml H₂O;
- barboteur 4, vide;
- barboteur 5, gel de silice anhydre.

Au préalable, la résine Tenax[®]-GC est nettoyée au soxhlet durant 16 heures avec de l'hexane, puis séchée à l'étuve durant 16 heures ou jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Au montage, le contenant de résine est couvert de papier d'aluminium, isolé avec de la laine minérale et placé à l'extérieur du caisson afin de minimiser la condensation d'eau. Lors de l'assemblage des éléments du montage, une attention spéciale doit être portée afin d'utiliser le minimum de graisse au silicone pour assurer l'étanchéité des joints en verre rodé.

Déroulement du prélèvement

L'utilisation de la ligne de prélèvement des HAP, incluant la sélection du site et la détermination de la vitesse du gaz, du poids moléculaire et de la teneur en humidité, se fait comme pour celle des particules. Cependant, il faut prélever un plus grand volume d'échantillons, particulièrement si la source est équipée d'un système d'épuration. De plus, la présence de la résine dans l'écoulement gazeux crée une restriction importante durant le prélèvement. En effet, un débit de 20 litres/min. peut provoquer de 13 à 25 cm de Hg de vide à l'entrée de la pompe.

Récupération de la ligne de prélèvement

Après le prélèvement, la ligne de prélèvement est apportée dans un local propre pour l'étape de récupération. La buse, la sonde et la verrerie avant-filtre sont lavées à l'acétone, puis brossées, et les rinçures sont placées dans un pot en verre. Le filtre est enlevé du porte-filtre avec des outils en acier inoxydable et placé dans une boîte de Pétri en verre. La résine est versée dans un pot en verre, puis le barboteur est rincé avec un minimum d'acétone pour entraîner le maximum de grains de résine dans le pot en verre. La boîte de Pétri et les pots d'échantillons sont recouverts de papier d'aluminium et conservés au frais (environ 4°C) jusqu'à l'analyse.

Contrôle de la qualité de l'échantillonnage

Lors d'une campagne de mesure de HAP, au moins trois essais doivent être effectués. Pour un des essais, il faut récupérer le contenu des barboteurs d'eau et laver toute la verrerie à l'acétone. De plus, il faut soumettre à l'analyse des blancs de filtre, de résine, d'acétone et d'eau.

Analyse des échantillons

Selon l'échantillon, qu'il s'agisse du lavage buse-sonde, du filtre, de la résine ou du contenu des barboteurs, la procédure d'extraction des HAP est différente. Le lavage buse-sonde voit son acétone évaporé à sec dans un ballon prépesé. Cette étape permet de peser les particules et ensuite d'en extraire les HAP au soxhlet durant 16 heures avec le dichlorométhane.

Le filtre est pesé pour les particules, puis extrait au soxhlet durant 16 heures avec le dichlorométhane.

La résine est extraite au soxhlet durant 16 heures avec de l'hexane.

Finalement, une extraction liquide-liquide avec du dichlorométhane est faite dans l'eau et dans les rinçures des barboteurs.

Chacun des extraits du lavage buse-sonde, du filtre, de la résine et des barboteurs est séché sur une colonne de Na₂SO₄ anhydre au besoin et est combiné, concentré, puis dosé.

Les extraits sont injectés sur une colonne capillaire en silice fondue liée chimiquement au film de 0,25 µm d'épaisseur de la phase stationnaire de type DB-5. Toute autre colonne capillaire permettant d'obtenir des résultats de HAP quantitatifs et validés par des contrôles de la qualité est acceptable. Les HAP séparés sont détectés et identifiés par spectrométrie de masse en mode d'acquisition d'ions sélectifs (SIM). La quantification est établie par une méthode faisant appel à des étalons volumétriques (internes). Les étalons volumétriques sont marqués avec des éléments radioactifs afin de pouvoir les distinguer des HAP présents dans les matrices extraites.

Le contrôle de la qualité des analyses est assuré, entre autres, en respectant les prescriptions définies au document *Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, DR-12-SCA-01, du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. L'utilisation d'étalons de recouvrement (surrogates) pour chacune des matrices est aussi recommandée. Ces étalons de recouvrement sont des HAP marqués avec des éléments radioactifs qui s'apparentent à ceux dosés dans la matrice. Outre les étalons de recouvrement, les autres éléments de contrôle de la qualité nécessaires sont énumérés dans le document précédemment cité.

Les composés recherchés, quantifiés et considérés comme faisant partie des HAP mesurés par la méthode sont présentés au tableau A.

Tableau A - Liste des HAP mesurés par la méthode d'échantillonnage

Composés	Remarque
1,3-Diméthylnaphtalène	
1,Chloronaphtalène	
1-Méthylnaphtalène	
1-Nitropyrene	
2,3,5-Triméthylnaphtalène	
2-Chloronaphtalène	
2-Méthyl chrysène	
2-Méthyl fluoranthène	
2-Méthylnaphtalène	
3-Méthyl chrysène	
3-Méthylcholanthrène	
4+5+6-Méthyl chrysène	Sommation des trois composés
7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène	
7H-Dibenzo(c,g)carbazole	
Acénaphthène	
Acénaphthylène	
Anthanthrène	
Anthracène	
Benzo(a)anthracène	
Benzo(a)pyrène	
Benzo(b)+(j)fluoranthène	Sommation des deux composés
Benzo(c)acridine	
Benzo(c)phénanthrène	
Benzo(e)pyrène	
Benzo(g,h,i)pérylène	
Benzo(k)fluoranthène	
Carbazole	
Chrysène	
Coronène	
Dibenzo(a,c)+(a,h)anthracène	Sommation des deux composés
Dibenzo(a,e)fluoranthène	
Dibenzo(a,e)pyrène	
Dibenzo(a,h)acridine	
Dibenzo(a,h)pyrène	
Dibenzo(a,i)pyrène	
Dibenzo(a,j)anthracène	
Dibenzo(a,l)pyrène	
Fluoranthène	
Fluorène	
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	
Naphtalène	
Pérylène	
Phénanthrène	
Pyrène	

**Ministère du
Développement durable,
de l'Environnement
et des Parcs**

Québec 