

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE LA LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES,
DE LA FAUNE ET DES PARCS

Méthode d'analyse

MA. 100 – Part. 1.0
2023-12-13 (Révision 8)

Détermination des particules : méthode
gravimétrique

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/reenseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
675, boul. René-Lévesque Est, 4^e étage, boîte 23
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone : 418 521-3848

Ou

Visitez notre site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2024
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-96894-8 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2024

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1. Domaine d'application	2
2. Principe et théorie	2
3. Interférence	2
4. Conservation	2
5. Matériel et appareillage	3
6. Réactifs et étalons	3
7. Protocole d'analyse	4
7.1 Rejets atmosphériques	4
7.2 Air ambiant	5
7.3 Retombées de poussières	5
7.4 Préparation spéciale de la verrerie	6
8. Calcul et expression des résultats	7
9. Critères d'acceptabilité	8
10. Bibliographie	9

Introduction

Les matières particulaires produites lors de la combustion et rejetées par les cheminées des différentes industries sont réglementées. Selon le Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers, une industrie ne peut émettre une quantité supérieure à 100, 150, 200 et 340 mg/m³ de particules selon le type d'équipement de procédé utilisé. Le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère énonce également des concentrations maximales à respecter selon le type d'industrie.

L'analyse des matières particulaires dans les rejets atmosphériques est basée sur la méthode SPE 1/RM/8 publiée par Environnement Canada. L'analyse des particules en suspension dans l'air ambiant est basée sur la méthode EPS 1-AP-73-2 également publiée par Environnement Canada. L'analyse des retombées de poussières est basée sur la norme D1739 intitulée *Standard Method for Collection and Analysis of Dustfall (Settleable Particulates)* publiée par l'American Society for Testing and Materials (ASTM).

1. Domaine d'application

La méthode MA. 100 – Part. 1.0 sert à déterminer les matières particulaires contenues sur les filtres et dans les rinçages de la buse et de la sonde utilisés pour l'analyse des gaz de cheminée, ainsi qu'à déterminer les particules contenues dans l'air et échantillonnées avec des échantillonneurs d'air à grand débit et les retombées de poussières dans l'air ambiant.

Le domaine d'application se situe entre 1,0 et 10 000 mg pour les rejets atmosphériques, entre 1 et 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'air ambiant et entre 0,05 et 300 t/km²/30 jours pour les retombées de poussières.

2. Principe et théorie

Pour les rejets atmosphériques provenant de cheminées, le filtre utilisé est pesé avant d'être utilisé dans le train d'échantillonnage. Après l'échantillonnage, il est séché au dessiccateur et pesé de nouveau. La différence de poids correspond aux particules retenues sur le filtre. Pour les particules se retrouvant dans les rinçages de la buse et de la sonde, tout l'échantillon est évaporé et le résidu est pesé.

Pour l'air ambiant, le filtre utilisé est pesé avant d'être utilisé sur un échantillonneur d'air à grand débit, puis il est repesé après l'échantillonnage. En connaissant le volume d'air échantillonné, la différence de poids correspond aux particules contenues dans l'air.

Pour les retombées de poussières, les poussières de l'atmosphère se déposent dans un cylindre rempli en partie de liquide afin d'atténuer leur entraînement. Le contenu du cylindre est transféré dans un bécher prépesé et le liquide est évaporé complètement. Le bécher est pesé et la différence de poids constitue la partie totale des poussières de l'échantillon.

3. Interférence

Sans objet.

4. Conservation

Pour les rejets atmosphériques, le filtre est conservé dans une boîte de Pétri, tandis que les liquides de rinçage sont conservés dans une bouteille de verre ou de plastique (présence d'acétone). Aucun agent de préservation n'est requis. Conserver le filtre dans un dessiccateur et la solution de rinçage dans un réfrigérateur entre 1 °C et 6 °C.

Pour l'air ambiant, les filtres sont conservés dans leur enveloppe respective, à la température ambiante. Aucun agent de conservation n'est requis.

Pour les retombées de poussières, les échantillons sont prélevés dans des jauges de 47 cm de hauteur. Afin d'humidifier les particules qui se déposent dans la jauge, ajouter environ 1 500 ml d'une solution de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) 1 mg/l ou 500 ml de méthanol 50 % lorsque la température extérieure est inférieure à 0 °C. Conserver l'échantillon à la température ambiante.

Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse des rejets à l'atmosphère et des filtres d'air ambiant ne doit pas excéder un an. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse des retombées de poussières ne doit pas excéder 60 jours.

5. Matériel et appareillage

- 5.1. Dessiccateur.
- 5.2. Balance analytique dont la sensibilité est de 0,1 mg.
- 5.3. Étuve à $104\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.
- 5.4. Filtre en fibre de verre exempt de liant (porosité de $0,3\text{ }\mu\text{m}$) pour les rejets atmosphériques.
- 5.5. Filtre en fibre de verre de type A/E exempt de liant (porosité de $1\text{ }\mu\text{m}$), filtre en quartz QMA ou filtre en fibre de verre contenant du téflon type Emfab de 8 pouces sur 10 pouces pour l'air ambiant.
- 5.6. Jauges (réservoir de matière plastique de 47 cm de hauteur dont le diamètre intérieur est de 15,55 cm) pour les retombées de poussières.
- 5.7. Plaque chauffante pour les retombées de poussières.
- 5.8. Tamis ayant des ouvertures d'environ 1 mm pour les retombées de poussières.

6. Réactifs et étalons

Tous les réactifs commerciaux utilisés sont conformes aux normes de l'American Chemical Society (ACS), à moins d'indication contraire.

L'eau utilisée pour la préparation des réactifs et des étalons est de l'eau distillée ou déminéralisée.

À moins d'indication contraire, les solutions préparées peuvent se conserver indéfiniment à la température ambiante. Cependant, elles doivent être refaites si un changement de couleur est noté ou s'il y a formation d'un précipité.

- 6.1. Agent dessiccatif (p. ex., Drierite)
- 6.2. Acétone (CAS n° 67-64-1)
- 6.3. Acide chlorhydrique, HCl (CAS n° 12125-02-9)
- 6.4. Chlorure d'ammonium, NH_4Cl (CAS n° 7647-01-0)
- 6.5. Méthanol, CH_3OH (CAS n° 67-56-1)
- 6.6. Solution de méthanol 50 % (V/V)

Diluer 500 ml de CH_3OH dans environ 400 ml d'eau et compléter à 1 000 ml avec de l'eau.

6.7. Solution de NH₄Cl de 1 000 mg/l

Peser précisément environ 1,0 g de NH₄Cl et dissoudre dans environ 800 ml d'eau. Compléter à 1 000 ml avec de l'eau.

6.8. Solution de NH₄Cl de 1 mg/l

Dans un contenant de 1 000 ml, ajouter 1 ml de la solution de NH₄Cl de 1 000 mg/l et compléter au trait de jauge avec de l'eau.

7. Protocole d'analyse

Pour toute série d'échantillons, les recommandations des *Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, [DR-12-SCA-01](#), sont suivies pour s'assurer d'une fréquence d'insertion adéquate en ce qui concerne les éléments de contrôle et d'assurance de la qualité (blanc, matériaux de référence, etc.). Tous ces éléments d'assurance et de contrôle de la qualité suivent les mêmes étapes du protocole analytique que les échantillons.

7.1 Rejets atmosphériques

7.1.1 Filtre

- À la réception du filtre, retirer le ruban gommé autour de la boîte de Pétri.
- Entrouvrir légèrement le couvercle de la boîte de Pétri et placer le plat contenant le filtre dans un dessiccateur pendant un minimum de 4 heures.
- Peser le filtre au 0,1 mg. Si le temps minimum mis au dessiccateur (4 heures) n'est pas respecté, remettre la boîte de Pétri dans le dessiccateur avec le couvercle entrouvert pendant au moins une heure. Refaire cette opération jusqu'à l'obtention d'un poids constant, c'est-à-dire jusqu'à ce que la variation du poids n'excède pas 1,0 mg.

7.1.2 Rinçage de la buse et de la sonde

- Utiliser des béchers de 250 ml et les sécher une nuit dans une étuve à 104 °C. Refroidir les béchers dans un dessiccateur pendant au moins 4 heures et peser à 0,1 mg.
- Transvider l'échantillon dans un bécher de 250 ml et rincer la bouteille avec environ 30 ml d'acétone. Placer une surface au-dessus du bécher (p. ex., verre de montre avec rainures) pendant l'évaporation pour éviter que des particules n'y tombent, et évaporer à sec à la température ambiante sous la hotte. Ne pas oublier d'incorporer un blanc (un bécher vide).
- Rincer la bouteille qui contenait l'échantillon avec un minimum d'eau déminéralisée et ajouter les eaux de rinçage dans le bécher contenant les particules séchées du lavage d'acétone.
- Placer le bécher à l'étuve à 104 °C pour une nuit.

- Refroidir le bécher au dessiccateur pendant au moins 4 heures et peser le bécher à 0,1 mg. Si le temps de séchage (une nuit) et le temps minimum mis au dessiccateur (4 heures) ne sont pas respectés, peser le bécher jusqu'à l'obtention d'un poids constant, c'est-à-dire jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives soit inférieure à 1,0 mg, en répétant le cycle (séchage, dessiccateur, pesage).

7.2 Air ambiant

- Numéroté les filtres vierges et leur enveloppe respective avec le même numéro.
- Peser le filtre vierge et consigner le poids initial.
- Après l'échantillonnage, repeser le filtre. Évaluer le temps d'échantillonnage et le débit par une lecture sur la charte accompagnant le filtre.

Un filtre peut être rejeté si les critères suivants ne sont pas respectés :

- Le temps d'échantillonnage n'a pas duré entre 23 heures et 25 heures.
- Le débit d'échantillonnage ne se situe pas entre 40 CFM et 60 CFM pour les particules totales et entre 36 CFM et 44 CFM pour les particules inférieures à 10 µm.

Note : CFM = pi³/min (pied cube par minute)

7.3 Retombées de poussières

7.3.1 Exposition et cueillette

Au début de chaque mois, la jauge est placée sur son support.

- En été, ajouter environ 1 500 ml d'une solution de NH₄Cl de 1 mg/l.
- En hiver, ajouter environ 500 ml d'une solution de méthanol 50 % (V/V).

NOTE – Durant les mois chauds de l'été, un volume plus grand de la solution de NH₄Cl peut être ajouté dans la jauge, car il y aura une plus grande évaporation.

La jauge est recueillie à la fin de chaque mois.

7.3.2 Dosage

NOTE – Pour la période d'été, un témoin contenant 1 000 ml d'eau et 1,5 ml de la solution de NH₄Cl de 1 000 mg/l est utilisé. Si un volume plus grand que 1 500 ml a été ajouté dans la jauge avant le prélèvement, ajuster le volume de la solution de NH₄Cl de 1 000 mg/l afin d'obtenir la même quantité de NH₄Cl dans le témoin que dans les échantillons. Pour la période d'hiver, un témoin provenant d'une jauge contenant une solution de méthanol 10 % simule la dilution du méthanol 50 % durant le mois d'exposition.

- Tamiser l'échantillon sur un tamis ayant des ouvertures d'environ 1 mm.
- Verser le contenu de chaque jauge dans un bécher de 2 litres.

- Décoller les particules collées aux parois ou dans le fond du cylindre à l'aide d'une spatule.
- Nettoyer ensuite l'intérieur du cylindre à l'aide d'un flacon-laveur et d'une spatule jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contienne aucune trace de poussières.

Refaire cette étape au moins trois fois.

- Ajouter l'eau de lavage au contenu du bécher de 2 litres correspondant.
- Placer le bécher sur une plaque chauffante et évaporer son contenu jusqu'à un volume d'environ 100 ml.
- À l'aide d'un flacon-laveur et d'une spatule, transférer ensuite le liquide résiduel dans un bécher de 250 ml qui a été préalablement conditionné pendant 4 heures au dessiccateur, puis identifié et pesé. Rincer le bécher de 2 litres avec 5 ml de HCl concentré et vider dans le bécher de 250 ml. Rincer le bécher de 2 litres avec de l'eau et vider dans le bécher de 250 ml.
- Placer le bécher dans une étuve à 104 °C pendant une nuit.
- Retirer le bécher et le déposer dans un dessiccateur pendant au moins 4 heures.
- Peser ensuite le bécher et noter le poids sur la feuille de compilation.
- La différence de poids constitue la partie totale des poussières de l'échantillon.

7.4 Préparation spéciale de la verrerie

Aucun soin autre que le lavage et le séchage de la verrerie n'est nécessaire pour la détermination des particules dans les rejets à l'atmosphère et l'air ambiant.

Pour les retombées de poussières :

- Il est essentiel que toutes les jauges, avant leur exposition à l'air ambiant, soient parfaitement lavées pour enlever toutes traces de poussières.
- Un lavage est effectué avec l'eau du robinet et une brosse et trois rinçages sont effectués à l'eau distillée.
- Les traces de poussières de la jauge sont éliminées lors des trois (voire quatre ou cinq, si nécessaire) rinçages successifs effectués au moment de la détermination des retombées.

8. Calcul et expression des résultats

8.1 Rejets atmosphériques

Les matières particulaires contenues sur le filtre sont exprimées en milligramme (mg) d'après l'équation suivante :

$$P = A - B$$

où

- P : poids des matières particulaires (mg);
- A : poids du filtre après échantillonnage (mg);
- B : poids du filtre avant l'échantillonnage (mg).

Les matières particulaires contenues dans les rinçages sont exprimées en milligramme d'après l'équation suivante :

$$P = A - B$$

où

- P : poids des matières particulaires (mg);
- A : poids du bécher après évaporation (mg);
- B : poids du bécher avant évaporation (mg).

8.2 Air ambiant

Les matières particulaires contenues dans l'air sont exprimées en microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) d'après l'équation suivante :

$$P = \frac{(P_{ap} - P_{av}) \times 1\,000\,000}{[(D \times m) + I] \times T \times 60 \times 0,028317}$$

où

- P : concentration de matières particulaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- P_{ap} : poids du filtre après l'échantillonnage (g);
- P_{av} : poids du filtre avant l'échantillonnage (g);
- 1 000 000 : facteur de conversion entre microgramme et en gramme (μg et g);
- D : débit d'air lu sur la charte lors de l'échantillonnage (pi^3/min);
- m : pente obtenue lors de la calibration de l'échantillonneur;
- I : ordonnée obtenue lors de la calibration de l'échantillonneur;
- T : durée d'échantillonnage (heures);
- 60 : facteur de conversion entre minute et heure;
- 0,028317 : facteur de conversion entre pied cube et mètre cube (pi^3 et m^3).

8.3 Retombées de poussières

Les résultats de retombées de poussières sont exprimés en tonne métrique par kilomètre carré sur 30 jours (t/km²/30 jours) de poussières d'après l'équation suivante :

$$C = \frac{\left[\frac{((A - B) - (F - G)) \times 30}{D} \right]}{0,01767}$$

où

- C : concentration des retombées de poussières dans l'échantillon (tonnes métriques/km²/30 jours);
- A : poids du bécher + solides (g);
- B : poids du bécher vide (g);
- F : poids du bécher + solides pour le témoin (g);
- G : poids du bécher vide pour le témoin (g);
- D : nombre de jours échantillonnés.

9. Critères d'acceptabilité

Les termes utilisés dans cette section sont définis au document [DR-12-SCA-01](#) et sont appliqués comme suit :

- Pour les matériaux de référence et les matériaux de référence certifiés, les critères sont définis par le responsable désigné.
- Pour les rinçages de la buse et de la sonde des rejets atmosphériques, le blanc de méthode analytique ne doit pas avoir une concentration supérieure à 0,0015 g.
- Pour les retombées de poussières, le blanc de méthode analytique ne doit pas avoir une concentration supérieure à 0,05 g.

10. Bibliographie

NOTE – Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Atmospheric Analysis. *Standard Method for Collection and Analysis of Dustfall*, Method D1739-98, 1998.

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

ENVIRONNEMENT CANADA. *Méthode uniforme de référence pour la mesure des particules en suspension dans l'atmosphère (échantillonnage à grand débit)*, Méthode EPS 1-AP-73-2, 1973.



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 