

# Méthode d'analyse

MA. 400 – Clbz 1.0

2025-02-10 (révision 8)

Détermination des chlorobenzènes : dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse

### **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](http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/reenseignements.asp)

Internet : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://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<sup>e</sup> étage, boîte 23  
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone : 418 521-3848

Ou

Visitez notre site Web : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

Dépôt légal – 2025  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN : 978-2-550-95443-9 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2025

## TABLE DES MATIÈRES

1.	Domaine d'application	1
2.	Principe et théorie	1
3.	Interférence	1
4.	Conservation	1
5.	Matériel et appareillage	2
6.	Réactifs et étalons	2
7.	Protocole d'analyse	3
7.1	Préparation du matériel	3
7.2	Extraction des échantillons	3
7.3	Purification des échantillons	6
7.4	Dosage	7
8.	Calcul et expression des résultats	9
9.	Critères d'acceptabilité	10
10.	Bibliographie	11

## 1. Domaine d'application

Cette méthode permet la détermination des chlorobenzènes (tri, tétra, penta et hexachlorés) dans les matrices suivantes : eaux, matières solides (sols, sédiments, etc.), matières liquides organiques (huiles, solvants, etc.) et dans les rejets à l'atmosphère (résine).

Le domaine d'étalonnage se situe entre 5 et 1 000 pg/μl pour chacun des chlorobenzènes.

## 2. Principe et théorie

Les chlorobenzènes contenus dans les échantillons sont extraits avec de l'hexane ou du dichlorométhane selon la nature après l'ajout d'étalons de recouvrement.

Par la suite, l'extrait est purifié sur une colonne de gel de silice.

Finalement, l'extrait est concentré puis analysé par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC-MS) fonctionnant dans le mode d'acquisition d'ions sélectifs (« SIM »).

La concentration des chlorobenzènes est déterminée par comparaison des surfaces chromatographiques obtenues à un temps de rétention donné entre l'échantillon et celles de chacun des étalons de chlorobenzènes, tout en tenant compte des surfaces obtenues pour les étalons volumétriques. Le résultat obtenu est rapporté corrigé en fonction de la récupération de l'étalon de recouvrement associé à un groupe de chlorobenzènes

Un train d'échantillonnage de rejets à l'atmosphère est constitué d'une buse et sonde, d'un filtre, d'une résine et d'un barboteur. Les composantes sont extraites séparément selon la matrice et combinées avant le dosage.

## 3. Interférence

Les interférences peuvent être causées par des contaminants contenus dans les solvants, les réactifs, la verrerie ou les appareils de préparation. Ces derniers sont vérifiés par l'analyse d'un blanc de méthode qui subit les mêmes étapes qu'un échantillon réel.

D'autres composés organiques peuvent interférer avec les chlorobenzènes lors du dosage en MS. La procédure de purification décrite dans cette méthode suffit généralement à les éliminer.

## 4. Conservation

Les échantillons doivent être conservés selon le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale* du CEAEQ. Lorsqu'une matrice n'est couverte par aucun des cahiers, le CEAEQ peut donner l'information aux clients qui en font la demande.

## 5. Matériel et appareillage

- 5.1. Chromatographe en phase gazeuse, muni d'un injecteur « pulsed splitless » couplé à un échantillonneur automatique
- 5.2. Colonne chromatographique capillaire d'une longueur de 30 m x 0,25 mm ID, de type HP5-MS (ou l'équivalent) dont la phase est d'une épaisseur de 0,25 µm
- 5.3. Spectromètre de masse basse résolution permettant l'impact électronique et fonctionnant dans le mode d'acquisition d'ions sélectifs « SIM »
- 5.4. Liner Splitless Single Taper liner (Gooseneck) 4 mm ID x 6.5 mm OD x 78.5 mm L, Siltek®-Deactivated Inlet Liners (20799-214.5 de Restek)
- 5.5. Évaporateur rotatif de type « Rotavap »
- 5.6. Système d'évaporation sous jet d'azote de type « N-evap »
- 5.7. Centrifugeuse
- 5.8. Agitateur rotatif (de type « Rollacell ») à environ 54 tours par minute
- 5.9. Système d'extraction accéléré de solvant de type « ASE »
- 5.10. Système d'extraction de type « mélangeur à peinture »

## 6. Réactifs et étalons

Tous les solvants utilisés sont de qualité « pesticide » ou l'équivalent. Les réactifs commerciaux utilisés sont de qualité ACS à moins d'indication contraire.

L'eau utilisée pour la préparation des réactifs est de l'eau déminéralisée, traitée sur charbon activé et filtrée sur une membrane de 5 µm.

- 6.1. Acide sulfurique, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (CAS n° 7664-93-9)
- 6.2. Acétone, CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> (CAS n° 67-64-1)
- 6.3. Hexane, C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> (CAS n° 110-54-3)
- 6.4. Dichlorométhane, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (CAS n° 75-09-2)
- 6.5. Solution d'acide sulfurique 50 % (V/V), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Diluer avec précaution l'acide sulfurique dans des proportions 1 : 1 (V/V) avec de l'eau, et laisser refroidir.

- 6.6. Sulfate de sodium anhydre, 12 - 60 mesh, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Traiter le Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en le chauffant à 650 °C pendant une nuit afin d'éliminer les impuretés et l'eau.

6.7. Gel de silice 60-200 mesh grade 62 (CAS no 112926-00-8), SiO<sub>2</sub>

Traiter le gel de silice en le chauffant à environ 130 °C pendant au moins 16 heures pour en éliminer l'eau résiduelle. Le gel de silice ainsi traité se conserve un mois au dessiccateur.

6.8. Solution mère d'étalons de recouvrement à précisément environ 2 000 pg/μl chacun.

Cette solution est préparée à partir d'une solution de 100 μg/ml de chacun des chlorobenzènes-<sup>13</sup>C<sub>6</sub> dans l'hexane.

6.9. Solution mère d'étalons de recouvrement à précisément environ 10 000 pg/μl chacun.

Cette solution est préparée à partir d'une solution de 100 μg/ml de chacun des chlorobenzènes-<sup>13</sup>C<sub>6</sub> dans l'hexane.

6.10. Solution mère de l'étalon volumétrique (standard interne) à précisément environ 4 000 pg/μl

Cette solution est préparée à partir du 3-Bromobiphényle dans l'hexane.

6.11. Solution de chacun des chlorobenzènes à 5 000 pg/μl dans l'hexane.

6.12. Solutions de chlorobenzènes pour l'étalonnage

À titre indicatif, des solutions de 5, 50, 200, 500 et 1 000 pg/μl sont préparées dans l'hexane à partir de la solution à 5 000 pg/μl.

## 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, duplicata, etc.). Tous ces éléments d'assurance et de contrôle de la qualité suivent les mêmes étapes du protocole analytique que les échantillons.

### 7.1 Préparation du matériel

- Tout le matériel utilisé (verreries, pinces, laine de verre, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, etc.) doit préalablement être décontaminé avec le ou les solvants appropriés.

7.1.1 Décontamination de la résine pour les rejets à l'atmosphère

- La décontamination de la résine se fait avec le système d'extraction accéléré de solvant (ASE). Voir le document interne s'y rattachant.
- Lorsque le cycle d'extraction est complété, retirer la résine et la conserver au congélateur dans un pot en verre préalablement décontaminé.

### 7.2 Extraction des échantillons

7.2.1 Matières liquides aqueuses

- Sortir les échantillons du réfrigérateur et laisser reposer à la température ambiante pendant 30 minutes.

**Note – Dans le cas d'un échantillon aqueux contenant des particules (plus d'environ 1 cm d'épaisseur dans un pot d'un litre), les deux phases sont traitées séparément sauf si le client fait la demande inverse.**

- Homogénéiser et prélever un volume connu d'échantillon d'environ 800 ml.
- Acidifier l'échantillon à  $\text{pH} \leq 2$  (si nécessaire) à l'aide de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  50 % V/V.
- Ajouter 125  $\mu\text{l}$  de la solution mère des étalons de recouvrement à 2 000 pg/ $\mu\text{l}$  dans une fiole jetable contenant environ 1 ml d'acétone.
- Ajouter à l'échantillon la totalité de la fiole et rincer celle-ci à deux reprises avec environ 0,5 ml d'acétone. Verser ces rinçages dans l'échantillon.
- Agiter manuellement pendant environ 10 secondes.
- Ajouter 60 ml d'hexane; si l'extraction est faite dans un contenant différent de celui dans lequel il était conservé, il faut rincer le contenant de l'échantillon avec le 60 ml d'hexane et transférer le solvant de rinçage dans la bouteille servant à l'extraction.
- Déposer sur l'agitateur rotatif, ajuster la vitesse de rotation à environ 54 tr/min et laisser tourner pendant au moins 8 heures.
- Après cette première extraction, transférer l'échantillon dans une ampoule à décanter.
- Laisser les phases se séparer.
- Transférer la phase aqueuse (phase inférieure) dans la bouteille d'extraction. Faire passer la phase organique (phase supérieure) sur une colonnette de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  et la récupérer dans un ballon de 500 ml.
- Ajouter 60 ml d'hexane dans la bouteille d'extraction et procéder à la deuxième extraction sur l'agitateur rotatif et laisser tourner pendant au moins une heure.
- Transférer l'échantillon dans l'ampoule à décanter, laisser les phases se séparer puis transférer la phase aqueuse dans la bouteille d'extraction et récupérer la phase organique dans le ballon de 500 ml.
- Rincer l'ampoule à décanter et la colonnette de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  avec de l'hexane et ajouter le solvant de rinçage au ballon de 500 ml.
- Évaporer le contenu du ballon de 500 ml jusqu'à un volume d'environ 2 ml, à l'aide de l'évaporateur rotatif.
- Transférer quantitativement le contenu du ballon de 500 ml avec de l'hexane dans un tube conique de 15 ml pré-jaugé à 1 ml.
- Concentrer sous jet d'azote le contenu du tube jusqu'à environ 800  $\mu\text{l}$ .
- Si nécessaire, procéder à la purification décrite à la section 7.3. Sinon poursuivre à l'étape suivante.
- Ajouter 100  $\mu\text{l}$  de la solution mère de l'étalon volumétrique et jauger à 1 ml avec de l'hexane.
- Procéder au dosage selon la section 7.4.

### 7.2.2 Matières solides

- Peser précisément environ 5 g d'échantillon dans une bouteille de 40 ml en verre. Éviter les particules supérieures à 5 mm. Le pourcentage d'humidité sera fait sur une autre portion de l'échantillon pour déterminer le poids sec. **Le pourcentage d'humidité sera fait sur une autre portion de l'échantillon pour déterminer le poids sec.**
- Ajouter 125 µl de la solution mère d'étalons de recouvrement à 10 000 pg/µl.
- Ajouter 5 ml d'acétone avec une pipette automatique et agiter à l'aide d'un agitateur « vortex » jusqu'à l'obtention d'une bonne dispersion de l'échantillon.
- À l'aide d'une pipette automatique, ajouter précisément 5 ml d'hexane et agiter avec l'agitateur « vortex ».
- Installer sur le mélangeur à peinture durant 30 minutes. Laisser refroidir pendant 5 minutes avant de poursuivre.
- Ajouter 25 ml d'eau, puis centrifuger à environ 1600 tr/min durant 2 minutes.
- Si la purification est nécessaire, transférer, dans un vial GC, un aliquote de 1 ml de la phase organique et poursuivre avec la purification tel que décrit à la section 7.3.
- Si la purification n'est pas nécessaire, transférer, dans **un tube conique de 15 ml pré-jaugé à 1 ml**, un aliquote de 1 ml de la phase organique. Concentrer sous jet d'azote à environ 0,8 ml, ajouter 100 µl de la solution mère de l'étalon volumétrique, jauger à 1 ml avec de l'hexane et agiter.
- Procéder au dosage selon la section 7.4.

### 7.2.3 Matières liquides organiques

- Sortir l'échantillon du réfrigérateur et laisser reposer à la température ambiante pendant 30 minutes.
- Agiter l'échantillon afin d'obtenir un mélange le plus homogène possible.
- Peser précisément environ 1,00 g d'échantillon un tube pré-jaugé à 10 ml.
- Ajouter 250 µl de la solution mère d'étalons de recouvrement à 10 000 pg/µl.
- Jauger à 10 ml avec de l'hexane et mélanger au vortex.
- Transférer, dans un vial GC, un aliquote de 1 ml de la phase organique et poursuivre avec la purification tel que décrit à la section 7.3.

### 7.2.4 Train d'échantillonnage (rejets à l'atmosphère)

- Pour l'extraction des trains d'échantillonnage, se rapporter aux différentes natures de la composition du train. Si seulement la résine doit être extraite, suivre la procédure d'extraction par solvant accéléré (ASE).
- Ajouter de façon uniforme et directement sur la résine 125 µl de la solution mère d'étalons de recouvrement à 2 000 pg/µl.
- Lorsque le cycle d'extraction du ASE est complété, transférer quantitativement le contenu de la bouteille du ASE dans un ballon de 500 ml avec du DCM.
- Évaporer avec l'évaporateur rotatif jusqu'à l'obtention d'un volume d'environ 2 ml.



- Ajouter 20 ml d'hexane dans le ballon et reprendre l'évaporation jusqu'à un volume de 2 ml.
- Transférer quantitativement le contenu du ballon de 500 ml avec de l'hexane dans un tube conique de 15 ml pré-jaugé à 1 ml.
- Concentrer sous jet d'azote le contenu du tube conique jusqu'à environ 800 µl.
- Procéder à la purification décrite à la section 7.3.

## 7.3 Purification des échantillons

### 7.3.1 Préparation de la colonne de purification

- Enlever le coton qui se trouve à l'embouchure de la pipette de 10 ml.
- Insérer de la laine de verre et la faire descendre au bas de la pipette sans trop la compacter.
- Placer un récipient sous la colonne pour récolter les solvants.
- Peser 3 g de gel de silice dans un bécher et ajouter juste assez de dichlorométhane pour le mouiller.
- Verser le contenu du bécher dans la colonne à l'aide d'un entonnoir. Tout en gardant le bécher incliner au-dessus de l'entonnoir, rincer le fond avec de petites quantités de dichlorométhane à l'aide d'un flacon laveur.
- Laisser s'écouler le dichlorométhane jusqu'au niveau du gel de silice.
- Ajouter environ l'équivalent de 1 ml de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et ajouter environ 4 ml de dichlorométhane.
- Conditionner la colonne avec 3 portions de 6 ml d'hexane.

### 7.3.2 Purification

- Insérer un tube conique de 15 ml, pré-jaugé à 1 ml, sous la colonne.
- Mesurer 12 ml d'hexane dans un cylindre gradué.
- À l'aide d'une pipette pasteur, déposer l'extrait d'échantillon à purifier sur la colonne en plaçant la pipette pasteur le plus près possible de la surface de paquetage de la colonne.
- Rincer avec environ 0,5 ml d'hexane du cylindre gradué et transférer sur la colonne de purification.
- Faire un deuxième rinçage de la même façon qu'à l'étape précédente.
- Laisser écouler l'hexane jusqu'à ce que son niveau rejoigne celui du gel de silice (l'écoulement s'arrête).
- Ajouter le reste du 12 ml d'hexane du cylindre gradué sur la colonne.
- Une fois l'écoulement terminé, retirer le tube conique.
- Concentrer sous jet d'azote le contenu du tube conique à environ 800 µl
- Ajouter 100 µl de la solution mère de l'étalon volumétrique et jaugé à 1 ml avec de l'hexane.
- Procéder au dosage selon la section 7.4.

## 7.4 Dosage

### 7.4.1 Conditions d'utilisation des instruments

#### Conditions d'utilisation du chromatographe en phase gazeuse et spectre de masse

Mode d'injection	« <i>pulse splitless</i> »
Liner	Siltek®-Deactivated Inlet Liners, Splitless Single Taper liner (Gooseneck) 4 mm x 6.5 mm x 78.5 mm (20799-214.5 de Restek)
Température de l'injecteur	280 °C
Pression du pulse	20 psi jusqu'à 0,5 min.
Volume d'injection	1 µl
Colonne	HP5-MS ou équivalente d'une longueur de 30 m x 0,25 mm Di avec une phase stationnaire de 0,25 µm ou l'équivalent
Débit	Constant à environ 1,0 ml/min (36 cm/s)
Programmation de température	<u>Initiale :</u> 35 °C durant 1 minute <u>1<sup>er</sup> palier de programmation :</u> Taux : 10 °C/min Final : 135 °C pour 0 minutes <u>2<sup>e</sup> palier de programmation :</u> Taux : 5 °C/min Final : 185 °C pour 10 minutes <u>3<sup>e</sup> palier de programmation :</u> Taux : 40 °C/min Final : 310 °C pour 2 minutes
Mode d'ionisation	impact électronique
Type de source	El source
Mode d'acquisition	Ions sélectifs
Température de la ligne de transfert	280 °C
Température de la source	230 °C
Température du quadripôle	150 °C

### 7.4.2 Calibration du spectromètre de masse (tuning)

Faire une calibration du spectromètre de masse à l'aide du perfluorotributylamine (PFTBA). L'intensité relative et la résolution des ions de masse ( $m/z$ ) 69, 219 et 502 sont vérifiés et ajustés au besoin. Ce réglage est effectué lors de l'analyse de toute nouvelle séquence d'échantillons ou au besoin. Les balises utilisées pour valider cette calibration sont disponibles dans le logiciel du fabricant de l'instrument et dans le document de référence interne.

### 7.4.3 Dosage au GC-MS

Tableau 1 : Ions utilisés pour l'acquisition des chlorobenzènes par GC-MS

Nom de la famille	Ion de quantification (m/z)	Ion de confirmation (m/z)	Groupe
3-Bromobiphényle (I)	234	232	N/A
Trichlorobenzène- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> (S1)	190	188	N/A
Tétrachlorobenzène- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> (S2)	224	222	N/A
Pentachlorobenzène- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> (S3)	258	256	N/A
Hexachlorobenzène- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> (S4)	294	292, 290	N/A
1,3,5-Trichlorobenzène	180	182	S1
1,2,4-Trichlorobenzène	180	182	S1
1,2,3-Trichlorobenzène	180	182	S1
1,2,3,5-Tétrachlorobenzène 1,2,4,5-Tétrachlorobenzène	216	214	S2
1,2,3,4-Tétrachlorobenzène	216	214	S2
Pentachlorobenzène	250	248	S3
Hexachlorobenzène	284	286	S4

Le coefficient de détermination de la courbe de régression linéaire devrait être 0,990. L'utilisation d'un facteur de réponse moyen au lieu de la régression linéaire est acceptable si l'écart type, exprimé en pourcentage, est de 20 % et moins. Il faut aussi un minimum de trois points pour l'utilisation d'un facteur de réponse moyen. La régression quadratique peut être utilisée seulement sur des composés qui ne peuvent être évalués à l'aide de la régression linéaire ou le facteur de réponse moyen. De plus, il faut un minimum de quatre points pour la régression quadratique.

Ces courbes sont faites lors de l'implantation de la méthode et lors de tout changement pouvant altérer ces courbes d'étalonnage et au minimum une fois par année.

Les étalons de vérification dosés en inconnus ne doivent pas dévier de plus de 25 % par rapport à la valeur attendue pour 85 % des composés, sauf pour le bas niveau, qui peut aller jusqu'à 30 %.

Procéder à l'injection des échantillons et des éléments de contrôle de qualité. La séquence suivante est élaborée à titre indicatif :

1. Hexane
2. Étalon niveau 3
3. Étalon niveau 1
4. Étalon niveau 4
5. Éléments de contrôle (blanc, matériau de référence, duplicata, etc.)
6. Échantillons (maximum 8)

7. Étalon niveau 2
8. Reprendre les étapes 5 et 6 pour les autres injections
9. Étalon niveau 5

## 8. Calcul et expression des résultats

### 8.1 Critères d'identification des composés

Le temps de rétention de chacun des composés ne doit pas être différent de plus de 0,4 minute par rapport au temps de rétention du même composé dans la table d'étalonnage.

Le rapport des concentrations obtenues pour chacun des deux ions choisis par composé doit être égal à celui indiqué dans la méthode instrumentale à 25% près. Les temps de rétention des deux ions choisis pour la quantification ne doivent pas différer de plus de 0,04 min.

### 8.2 Calculs des résultats

Les chlorobenzènes sont dosés à l'aide des courbes d'étalonnage obtenues par l'analyse des solutions étalons. La réponse des différents chlorobenzènes parmi les solutions étalons est comparée à la réponse d'un étalon volumétrique. La teneur de chaque chlorobenzène est rapportée corrigée en fonction du taux de récupération de l'étalon de recouvrement qui lui est associé.

Pour les échantillons solides et les matières dangereuses solides, les résultats sont exprimés en mg/kg (sur une base sèche ou non) d'après l'équation suivante :

$$C = \frac{A \times V}{Q} \times F$$

où

C : concentration contenue dans l'échantillon (mg/kg);

A : concentration contenue dans l'extrait injecté (ng/µl);

V : volume final de l'extrait analysé (ml);

Q : poids d'échantillon analysé sur base sèche (g);

F : facteur de dilution, si nécessaire;

\*le pourcentage d'humidité est déterminé sur un autre sous-échantillon.

Pour les échantillons rejets à l'atmosphère, les résultats sont exprimés en µg d'après l'équation suivante :

$$C = A \times V \times F$$

où

- C : concentration contenue dans l'échantillon ( $\mu\text{g}$ );
- A : concentration contenue dans l'extrait injecté ( $\text{ng}/\mu\text{l}$ );
- V : volume final de l'extrait analysé (ml);
- F : facteur de dilution, si nécessaire.

Pour les échantillons liquides aqueux, les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{l}$  d'après l'équation suivante :

$$C = \frac{A \times V}{Q} \times F$$

où

- C : concentration contenue dans l'échantillon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ );
- A : concentration contenue dans l'extrait injecté ( $\text{ng}/\mu\text{l}$ );
- V : volume final de l'extrait analysé (ml);
- Q : volume d'échantillon analysé (l);
- F : facteur de dilution, si nécessaire.

## 9. Critères d'acceptabilité

Les termes utilisés dans cette section sont définis dans le document DR-12-SCA-01 et sont appliqués comme suit :

Critères des éléments de contrôle de la qualité :

Éléments de contrôle	Critères d'acceptabilité
Étalons volumétriques (étalons internes)	Environ $\pm 50\%$ entre les injections d'une séquence
Courbe d'étalonnage	$R^2 \geq 0,990$
Étalon de vérification	$\pm 25\%$ pour 85% des composés
Blanc de méthode	$\leq \text{LQM}$ , sinon il est soustrait
Étalons de recouvrement	30 à 130 %
Duplicata	$\pm 30\%$ (si $> 10 \text{ LQM}$ )
Matériaux de référence	Graphiques de contrôle ( $\pm 3 \sigma$ )

## 10. Bibliographie

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *Chlorinated Hydrocarbons by Gas Chromatography: Capillary Column Technique*, SW-846 Test Method 8121, édition courante. United-States Environmental Protection Agency, dernière mise à jour 3 nov. 2022. [<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/8121.pdf>].



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

**Québec** 