

Méthode d'analyse

MA. 400 – PFC 1.0

2026-04-29 (Révision 3)

Détermination des produits perfluorés :
dosage par chromatographie en phase
liquide couplée à un spectromètre de masse
en tandem

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 – 2026
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-97428-4 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2026

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1. Domaine d'application	2
2. Principe et théorie	2
3. Interférences	2
4. Conservation	2
5. Matériel et appareillage	3
6. Réactifs et étalons	3
7. Protocole d'analyse	11
7.1. Conditionnement des cartouches SPE	11
7.2. Préparation et extraction des échantillons d'eau	11
7.3. Préparation, extraction et purification SPE des échantillons de sols et sédiments	13
7.4. Préparation, extraction et purification SPE des échantillons de biosolides	14
7.5. Préparation, extraction et purification SPE des échantillons de tissus animaux	16
7.6. Dosage des extraits	18
8. Calcul et expression des résultats	19
9. Critères d'acceptabilité	22
10. Bibliographie	24

Introduction

Les substances per- et polyfluoroalkyles (PFAS ou SPFA) sont des composés chimiques synthétiques utilisés dans des produits commerciaux et dans des produits de consommation. Ils sont aussi utilisés à diverses fins dans le secteur industriel. Le sulfonate de perfluorooctane (PFOS) est sans doute le composé perfluoré le plus connu. On a utilisé les PFAS, entre autres, comme agents hydrophobes et oléophobes, comme apprêts antitaches pour les tissus, les tapis et les emballages alimentaires ainsi que comme surfactants dans les mousses extinctrices dans la lutte contre les incendies d'hydrocarbures. En raison de leur persistance et de leur utilisation répandue, les PFAS ont été détectés à de faibles concentrations dans l'environnement, dans les aliments ainsi que dans le sang humain, dans plusieurs pays. Les PFAS sont persistants et peuvent s'accumuler dans les êtres vivants avec de possibles effets néfastes sur la santé.

1. Domaine d'application

Cette méthode sert à détecter des produits perfluorés dans l'eau potable, l'eau de surface, les eaux usées, les sols et sédiments, les biosolides et les tissus animaux. Le domaine d'application typique pour chacun des composés perfluorés se situe dans les fourchettes suivantes : entre 0,2 ng/l et 100 ng/l pour les matrices aqueuses (entre 0,05 ng/l et 40 ng/l pour les projets avec basses limites), entre 0,05 et 20 µg/kg (poids sec) pour les sols et sédiments, entre 0,5 et 200 µg/kg (poids sec) pour les biosolides et entre 0,05 et 30 µg/kg (poids frais) pour les tissus animaux.

2. Principe et théorie

Les PFAS sont extraits des échantillons d'eau par passage sur cartouche « SPE » échangeuse d'ions en tandem avec du carbone graphitique de type WAX/GCB. Les PFAS sont extraits des matrices solides sèches (lyophilisées) par un solvant organique approprié, suivi d'une purification adaptée en fonction du type de matrice (sols/sédiments, biosolides ou tissus animaux). La détection et la quantification s'effectuent par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem.

3. Interférences

Les interférences peuvent être causées par des contaminants contenus dans les solvants, les réactifs, la verrerie ou les appareils de préparation. Tous les solvants, les réactifs et les appareils doivent être régulièrement vérifiés par l'analyse de solutions témoins.

4. Conservation

Liquide :

Prélever un échantillon de liquide représentatif dans un contenant de plastique de 125 ml ou 250 ml **exempt de contaminants**. Conserver l'échantillon à environ 4 °C. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 21 jours.

Sols/sédiments/biosolides :

Prélever un échantillon représentatif exempt de roches/débris dont le diamètre est d'environ 2 mm et plus. La quantité d'échantillons requise est d'approximativement 20 g prélevés dans un contenant de plastique ou en verre **exempt de contaminants**. Le délai de conservation est de 180 jours entre le prélèvement et l'analyse, si l'échantillon est congelé.

Tissus animaux :

Prélever un échantillon de tissu animal (exemple : muscle de poisson, homogénat de poisson). La quantité d'échantillons requise est d'approximativement 20 g (poids frais), prélevés par exemple dans un sac hermétique en plastique. Le délai de conservation est de 180 jours entre le prélèvement et l'analyse, si l'échantillon est congelé.

5. Matériel et appareillage

Les marques de commerce figurant ci-dessous ne sont mentionnées qu'à titre de renseignement.

- 5.1. Chromatographe en phase liquide couplé à un spectromètre de masse en tandem et injecteur automatique.
- 5.2. Colonne chromatographique Zorbax Eclipse Plus C18, Rapid Resolution HD, 2,1 x 100 mm, 1,8 Micron
- 5.3. Colonne de délai InfinityLab PFC 4,6 x 30 mm
- 5.4. Balance analytique dont la sensibilité est de 0,001 mg
- 5.5. Balance dont la sensibilité est de 0,01 g
- 5.6. Filtre en microfibrilles de verre Whatman GF/F
- 5.7. Système d'évaporation sous flux d'argon
- 5.8. Bain d'extraction
- 5.9. Pompe à vide
- 5.10. Extracteurs automatisés Thermo Dionex AutoTrace 280 PFAS pour l'extraction SPE des échantillons d'eau
- 5.11. Cartouche Phenomenex Strata PFAS (WAX/GCB), 200 mg, 50 mg, 6 ml
- 5.12. Cartouche Supelclean^{MD} ENVI-Carb, 500 mg, 6 ml
- 5.13. Cartouche Phenomenex Strata X-AW, 150 mg, 6 ml
- 5.14. Cartouche Phenomenex Phree (Phree Phospholipid Removal), 1 ml
- 5.15. Pipettes Pasteur et/ou pipettes de transfert en plastique de 3ml
- 5.16. Ordinateur pour traiter les données produites par l'appareil

6. Réactifs et étalons

Tous les solvants utilisés sont de qualité pesticide ou l'équivalent. Les réactifs commerciaux utilisés sont de qualité ACS (American Chemical Society), à moins d'indication contraire. Il est recommandé d'utiliser le grade LCMS pour les solvants et les réactifs utilisés dans la préparation des phases mobiles.

L'eau utilisée est de l'eau ultrapure.

Les différents composés perfluorés sont disponibles, entre autres, chez Wellington Laboratories.

À moins d'indication contraire, tous les réactifs sont entreposés à la température de la pièce alors que les étalons et les matériaux de référence sont entreposés au congélateur. Les réactifs et les étalons peuvent être utilisés jusqu'à épuisement, même si la date d'expiration est dépassée, à moins que les résultats analytiques ne démontrent une dégradation de la performance de la méthode et/ou que les critères d'acceptabilité de la méthode ne soient plus satisfaits.

Le poids indiqué est celui utilisé pour une substance dont le pourcentage de pureté est égal à 100. Tout écart de pourcentage peut être compensé par une correction du poids indiqué.

Les différents volumes et masses indiqués dans la préparation des solutions peuvent être ajustés, pour autant que les proportions soient conservées.

Les concentrations des solutions sont données à titre indicatif et peuvent être ajustées au besoin.

- 6.1. Méthanol, CH₃OH (CAS n° 67-56-1)
- 6.2. Acétate d'ammonium, CH₃COONH₄ (CAS n° 631-61-8)
- 6.3. Hydroxyde d'ammonium, 28-30 % aqueux, NH₄OH (CAS n° 1336-21-6)
- 6.4. Sodium perfluoro-1-hexanesulfonate, L-PFHxS, C₆F₁₃SO₃Na (CAS n° 82382-12-5). Ce composé se retrouve également sous forme de mélange d'isomères ramifiés et linéaires « br-PFHxSK ».
- 6.5. Sodium perfluoro-1-octanesulfonate, L-PFOS, C₈F₁₇SO₃Na (CAS n° 4021-47-0). Ce composé se retrouve également sous forme de mélange d'isomères ramifiés et linéaires « br-PFOSK ».
- 6.6. Sodium perfluoro-1-décanesulfonate, L-PFDS, C₁₀F₂₁SO₃Na (CAS n° 2806-15-7)
- 6.7. Acide perfluoro-n-octanoïque, PFOA, C₈HF₁₅O₂ (CAS n° 335-67-1)
- 6.8. Acide perfluoro-n-nonanoïque, PFNA, C₉HF₁₇O₂ (CAS n° 375-95-1)
- 6.9. Acide perfluoro-dodécanoïque, PFDoA ou PFDoDA, C₁₂HF₂₃O₂ (CAS n° 307-55-1)
- 6.10. Acide perfluoro-n-undécanoïque, PFUDA ou PFUA ou PFUnA ou PFUnDA, C₁₁HF₂₁O₂ (CAS n° 2058-94-8)
- 6.11. Acide N-méthylperfluoro-1-octanesulfonamidoacétique, N-MeFOSAA, C₁₁H₆F₁₇NO₄S (CAS n° 2355-31-9)
- 6.12. Acide N-éthylperfluoro-1-octanesulfonamidoacétique, N-EtFOSAA, C₁₂H₈F₁₇NO₄S (CAS n° 2991-50-6)
- 6.13. Potassium perfluoro-1-butanesulfonate, L-PFBS, C₄F₉SO₃K (CAS n° 29420-49-3)
- 6.14. Sodium perfluoro-1-heptanesulfonate, L-PFHpS, C₇F₁₅SO₃Na (CAS n° 375-92-8)
- 6.15. Sodium perfluoro-1-nonanesulfonate, L-PFNS, C₉F₁₉NaO₃S (CAS n° 98789-57-2)
- 6.16. Acide perfluoro-n-butanoïque, PFBA, C₄HF₇O₂ (CAS n° 375-22-4)

- 6.17. Acide perfluoro-n-pentanoïque, PFPeA ou PFPA, C₅HF₉O₂ (CAS n° 2706-90-3)
- 6.18. Acide perfluoro-n-hexanoïque, PFHxA, C₆HF₁₁O₂ (CAS n° 307-24-4)
- 6.19. Acide perfluoro-n-heptanoïque, PFHpA, C₇HF₁₃O₂ (CAS n° 375-85-9)
- 6.20. Acide perfluoro-n-décanoïque, PFDA, C₁₀HF₁₉O₂ (CAS n° 335-76-2)
- 6.21. Acide perfluoro-n-tridécanoïque, PFTTrDA, C₁₃HF₂₅O₂ (CAS n° 72629-94-8)
- 6.22. Acide perfluoro-n-tétradécanoïque, PFTeDA, C₁₄HF₂₇O₂ (CAS n° 376-06-7)
- 6.23. Sodium 1H,1H,2H,2H-perfluorohexane sulfonate, 4:2 FTS, C₆H₄F₉SO₃Na (CAS n° 757124-72-4)
- 6.24. Sodium 1H,1H,2H,2H-perfluorooctane sulfonate, 6:2 FTS, C₈H₄F₁₃SO₃Na (CAS n° 27619-97-2)
- 6.25. Sodium 1H,1H,2H,2H-perfluorodécane sulfonate, 8:2 FTS, C₁₀H₄F₁₇SO₃Na (CAS n° 39108-34-4)
- 6.26. Sodium perfluoro-1-pentanesulfonate, L-PFPeS, C₅H₁₁NaO₃S (CAS n° 630402-22-1)
- 6.27. Acide perfluoro-4-oxapentanoïque, PFMPA ou PF4OPeA, C₄HF₇O₃ (CAS n° 377-73-1)
- 6.28. Acide perfluoro-5-oxahexanoïque, PFMBA ou PF5OHxA, C₅HF₉O₃ (CAS n° 863090-89-5)
- 6.29. Potassium perfluoro[2-éthoxyéthane]sulfonate, PFEESA, C₄F₉SO₄K (CAS n° 117205-07-9)
- 6.30. Acide perfluoro-3,6-dioxaheptanoïque, NFDHA ou 3,6-OPFHpA, C₅HF₉O₄ (CAS n° 151772-58-6)
- 6.31. Acide 2,3,3,3-Tetrafluoro-2-[1,1,2,2,3,3,3-heptafluoropropoxy]-propanoïque, HFPO-DA ou GenX, C₆HF₁₁O₃ (CAS n° 13252-13-6)
- 6.32. Sodium dodécafluoro-3H-4,8-dioxanonanoate, NaDONA ou ADONA, C₇HF₁₂O₄Na (CAS n° 2250081-67-3)
- 6.33. Potassium 9-chlorohexadécafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate, 9Cl-PF3ONS, C₈F₁₆ClSO₄K (CAS n° 73606-19-6)
- 6.34. Potassium 11-chloroeicosafuoro-3-oxaundécane-1-sulfonate, 11Cl-PF3OUdS, C₁₀F₂₀ClSO₄K (CAS n° 83329-89-9)
- 6.35. Acide 3-perfluoropentyle propanoïque (5:3), FPePA ou 5:3 FTCA, C₈H₅F₁₁O₂ (CAS n° 914637-49-3)
- 6.36. Acide 3-perfluoroheptyle propanoïque (7:3), FHpPA ou 7:3 FTCA, C₁₀H₅F₁₅O₂ (CAS n° 812-70-4)
- 6.37. Sodium perfluoro-1-propanesulfonate, L-PFPPrS, C₃F₇SO₃Na (CAS n° 359868-82-9)

- 6.38. Perfluoro-4-ethylcyclohexanesulfonate (mélange d'isomères), PFECHS ou 4-PFecHS, $C_8F_{15}SO_3K$ (CAS n° 335-24-0)
- 6.39. Acide 2H-perfluoro-2-octénoïque, FHUEA ou 6:2 FTUCA, $C_8H_2F_{12}O_2$ (CAS n° 70887-88-6)
- 6.40. Acide 2H-perfluoro-2-décénoïque, FOUEA ou 8:2 FTUCA, $C_{10}H_2F_{16}O_2$ (CAS n° 70887-84-2)
- 6.41. Mélange commercial à 2 000 ng/ml (sous forme de sel) PFAC-24PAR (n° CAS non disponible). Ce mélange contient les composés 6.4 à 6.26.
- 6.42. Mélange commercial PFAC-MXF (n° CAS non disponible). Ce mélange contient les composés 6.31 à 6.34.
- 6.43. Mélange commercial PFAC-MXG (n° CAS non disponible). Ce mélange contient les composés 6.27 à 6.30.
- 6.44. 6:2 fluorotélomère phosphate diester (sodium), 6:2 diPAP, $C_{16}H_8F_{26}O_4PNa$ (CAS n° 407582-79-0)
- 6.45. 6:2/8:2 fluorotélomère phosphate diester (sodium), 6:2/8:2 diPAP, $C_{18}H_8F_{30}O_4PNa$ (CAS non disponible)
- 6.46. Sodium 8:2 fluorotélomère phosphate diester (sodium), 8:2 diPAP, $C_{20}H_8F_{34}O_4PNa$ (CAS n° 114519-85-6)
- 6.47. Acide perfluorohexyl(perfluorooctyl) phosphinique (sodium), 6:8 PFPi, $C_{14}F_{30}O_2PNa$ (CAS n° 2361298-14-6)
- 6.48. Acide 2-perfluorohexyl éthanoïque, 6:2 FTCA ou FHEA, $C_8H_3F_{13}O_2$ (CAS n° 53826-12-3)
- 6.49. Sodium perfluoro-1-dodécane sulfonate, L-PFDoS, $C_{12}F_{25}SO_3Na$ (CAS n° 1260224-54-1)
- 6.50. Acide perfluoro-n-hexadécanoïque PFHxDA, $C_{16}HF_{31}O_2$ (CAS n° 67905-19-5)
- 6.51. Mélange commercial des étalons d'extraction marqués, MPFAC-24ES. Ce mélange contient les MPFBA, M5PFPeA, M5PFHxA, M4PFHpA, M8PFOA, M9PFNA, M6PFDA, M7PFUdA, MPFDoA, M2PFTeDA, M8FOSA, d3-N-MeFOSAA, d5-N-EtFOSAA, M3PFBS, M3PFHxS, M8PFOS, M2-4:2FTS, M2-6:2FTS et M2-8:2FTS.
- 6.52. Acide 2,3,3,3-tetrafluoro-2-[1,1,2,2,3,3,3-heptafluoropropoxy]- $^{13}C_3$ -propanoïque, M3HFPO-DA, $^{13}C_3^{12}C_3HF_{11}O_3$ (n° CAS non disponible)
- 6.53. Acide 2H-perfluoro-[1,2, $^{13}C_2$]-2-octénoïque, MFHUEA, $^{13}C_2^{12}C_6H_2F_{12}O_2$ (n° CAS non disponible)
- 6.54. Acide 2H-perfluoro-[1,2, $^{13}C_2$]-2-décénoïque, MFOUEA, $^{13}C_2^{12}C_8H_2F_{16}O_2$ (n° CAS non disponible)
- 6.55. Acide perfluoro-n-[2,3,4- $^{13}C_3$]butanoïque, M3PFBA, $^{13}C_3^{12}CHF_7O_2$ (n° CAS non disponible)
- 6.56. Acide perfluoro-n-[1,2- $^{13}C_2$]hexanoïque, MPFHxA, $^{13}C_2^{12}C_4HF_{11}O_2$ (n° CAS non disponible)

- 6.57. Sodium perfluoro-1-hexane[¹⁸O₂]sulfonate, MPFHxS, C₆F₁₃S¹⁸O₂¹⁶ONa (n° CAS non disponible)
- 6.58. Acide perfluoro-n-[1,2-¹³C₂]octanoïque, M2PFOA, ¹³C₂¹²C₆HF₁₅O₂ (n° CAS non disponible)
- 6.59. Acide perfluoro-n-[1,2,3,4,5-¹³C₅]nonanoïque, MPFNA, ¹³C₅¹²C₄HF₁₇O₂ (n° CAS non disponible)
- 6.60. Acide perfluoro-n-[1,2-¹³C₂]decanoïque, MPFDA, ¹³C₂¹²C₈HF₁₉O₂ (n° CAS non disponible)
- 6.61. Acide perfluoro-n-[1,2-¹³C₂]undécanoïque, MPFUdA, ¹³C₂¹²C₉HF₂₁O₂ (n° CAS non disponible)
- 6.62. Sodium perfluoro-1-[1,2,3,4-¹³C₄]octanesulfonate, MPFOS, ¹³C₄¹²C₄F₁₇SO₃Na (CAS n° 960315-53-1)
- 6.63. Acide perfluoro-n-[1,2-¹³C₂]hexadécanoïque, MPFHxDA, ¹³C₂¹²C₁₄HF₃₁O₂ (n° CAS non disponible)
- 6.64. Sodium bis[1H,1H,2H,2H-[1,2-¹³C₂]perfluorooctyl] phosphate, M4-6:2diPAP, ¹³C₄¹²C₁₂H₈F₂₆O₄PNa (n° CAS non disponible)
- 6.65. Sodium bis[1H,1H,2H,2H-[1,2-¹³C₂]perfluorodecyl] phosphate, M4-8:2diPAP, ¹³C₄¹²C₁₆H₈F₃₄O₄PNa (n° CAS non disponible)
- 6.66. Acide acétique glacial, C₂H₄O₂ (CAS n° 64-19-7)
- 6.67. Acide formique, CH₂O₂ (CAS n° 64-18-6)
- 6.68. Phase Bondesil-PSA 40 µm 100g
- 6.69. 2M acétate d'ammonium (aq)
- Peser 7,71 g d'acétate d'ammonium directement dans un tube en plastique de 50 ml et ajouter de l'eau jusqu'à la graduation de 50 ml imprimée sur la paroi du tube. Bien mélanger au vortex. Conserver cette solution au réfrigérateur.
- 6.70. Phase mobile aqueuse : 2mM acétate d'ammonium (aq)
- Ajouter 1 ml de la solution aqueuse à 2M d'acétate d'ammonium directement à la bouteille de phase mobile et compléter avec de l'eau jusqu'à la graduation de 1000 ml imprimée sur la paroi de la bouteille.
- 6.71. Solution tampon acide : 25 mM acétate d'ammonium (aq) et acide acétique

Ajouter 12,5 ml de la solution aqueuse à 2M d'acétate d'ammonium et 1,25 ml d'acide acétique glacial directement dans une bouteille de 1000 ml contenant environ 800 ml d'eau et compléter avec de l'eau jusqu'à la graduation de 1000 ml imprimée sur la paroi de la bouteille.

6.72. Solution d'éluion des cartouches : 0,1 % (v/v) hydroxyde d'ammonium dans du méthanol

Ajouter 1 ml d'hydroxyde d'ammonium dans une bouteille de 1000 ml contenant environ 800 ml de méthanol et compléter avec du méthanol jusqu'à la graduation de 1000 ml imprimée sur la paroi de la bouteille.

6.73. Solution d'extraction pour sols/sédiments/biosolides : 50 mM d'acétate d'ammonium dans le méthanol

Dissoudre 3,85 g d'acétate d'ammonium dans une bouteille de 1000 ml contenant environ 200 ml de méthanol et compléter avec du méthanol jusqu'à la graduation de 1000 ml imprimée sur la paroi de la bouteille.

6.74. Solution de conditionnement Phree : 80/20 MeOH/H₂O 1% acide formique

Ajouter 5 ml d'acide formique dans une bouteille de 500 ml contenant 400 ml de méthanol et compléter avec de l'eau ultrapure jusqu'à la graduation de 500 ml imprimée sur la paroi de la bouteille.

6.75. Solution aqueuse d'acide formique 5%.

Dans un tube en plastique de 50 ml, introduire 30 ml d'eau ultrapure puis 2 ml d'acide formique et compléter avec de l'eau ultrapure jusqu'à la graduation de 40 ml imprimée sur la paroi du tube.

6.76. Solution complémentaire des étalons à 2 µg/ml

Dans une fiole jaugée de 5 ml, introduire à l'aide de pipettes les volumes indiqués dans le tableau suivant et compléter au trait de jauge avec du méthanol.

Solution commerciale	Concentration initiale (forme sel lorsqu'applicable) (µg/ml)	Volume utilisé (µl)	Concentration finale (forme sel lorsqu'applicable) (µg/ml)
PFPPrS	50	200	2
FHUEA	50	200	2
FOUEA	50	200	2
5:3 FTCA (FPePA)	50	200	2
7:3 FTCA (FHpPA)	50	200	2
PFECHS	50	200	2
6:2 diPAP	50	200	2
6:2/8:2 diPAP	50	200	2
8:2 diPAP	50	200	2
6:8 PFPi	50	200	2

Solution commerciale	Concentration initiale (forme sel lorsqu'applicable) ($\mu\text{g/ml}$)	Volume utilisé (μl)	Concentration finale (forme sel lorsqu'applicable) ($\mu\text{g/ml}$)
6:2 FTCA (FHEA)	50	200	2
PFHxDA	50	200	2
PFDoS	50	200	2

6.77. Solution intermédiaire d'étalons à 200 $\mu\text{g/l}$

Dans une fiole jaugée de 5 ml contenant environ 2 ml de méthanol, introduire à l'aide de pipettes les volumes indiqués pour les solutions commerciales et « maison » énumérées dans le tableau suivant. Compléter au trait de jauge avec du méthanol.

Solution commerciale ou « maison »	Concentration initiale (forme sel lorsqu'applicable) ($\mu\text{g/l}$)	Volume utilisé (μl)	Concentration finale (forme sel lorsqu'applicable) ($\mu\text{g/l}$)
PFAC-24PAR	2000	500	200
PFAC-MXF	2000	500	200
PFAC-MXG	2000	500	200
Solution complémentaire des étalons	2000	500	200

6.78. Solution d'étalons de travail à 50 $\mu\text{g/l}$

Dans une fiole jaugée de 5 ml contenant environ 2 ml de méthanol, introduire 1,25 ml de solution intermédiaire d'étalons à 200 $\mu\text{g/l}$ et compléter au trait de jauge avec du méthanol.

6.79. Solution d'étalons d'extraction à 100 $\mu\text{g/l}$

Dans une fiole jaugée de 10 ml contenant environ 2 ml de méthanol, introduire à l'aide de pipettes les volumes suivants et compléter au trait de jauge avec du méthanol.

Solution commerciale	Concentration initiale (forme sel lorsqu'applicable)	Volume utilisé	Concentration finale (forme sel lorsqu'applicable)
	(µg/ml)		(µg/l)
MPFAC-24ES ^{a,b}	1	1000	100
M3HFPO-DA ^{a,b}	50	20	100
MFHUEA ^{a,b}	50	20	100
MFOUEA ^{a,b}	50	20	100
M4-6:2 diPAP ^b	50	20	100

^a Pour les matrices aqueuses. ^b Pour les matrices solides.

6.80. Solution d'étalons d'injection à 100 µg/l

Dans une fiole jaugée de 25 ml contenant environ 2 ml de méthanol, introduire à l'aide de pipettes les volumes suivants et compléter au trait de jauge avec du méthanol.

Solution commerciale	Concentration initiale (forme sel lorsqu'applicable)	Volume utilisé	Concentration finale (forme sel lorsqu'applicable)
	(µg/ml)		(µg/l)
M3PFBA ^{a,b}	50	50	100
MPFHxA ^{a,b}	50	50	100
MPFHxS ^{a,b}	50	50	100
M2PFOA ^{a,b}	50	50	100
MPFNA ^{a,b}	50	50	100
MPFDA ^{a,b}	50	50	100
MPFUdA ^{a,b}	50	50	100
MPFOS ^{a,b}	50	50	100
MPFHxDA ^{a,b}	50	50	100
M4-8:2 diPAP ^b	50	50	100

^a Pour les matrices aqueuses. ^b Pour les matrices solides.

7. Protocole d'analyse

Pour toutes les séries 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. Conditionnement des cartouches SPE

- Installer le nombre requis de cartouches SPE sur le bain d'extraction. Utiliser des Strata X-AW pour les tissus animaux, sinon utiliser des Strata PFAS pour toutes les autres matrices.
- Ajouter 5 ml de solution d'éluion et laisser couler à un débit maximal de 15 ml par minute. Ne pas amener à sec.
- Ajouter ensuite 5 ml de méthanol et laisser couler à un débit maximal de 15 ml par minute. Ne pas amener à sec.
- Ajouter ensuite 5 ml d'eau et laisser couler à un débit maximal de 15 ml par minute. Ne pas amener à sec et conserver une quantité d'eau correspondante à environ 2 cm au-dessus de la phase stationnaire de la cartouche pour les échantillons d'eau.
- **Pour les échantillons de sols, sédiments, biosolides et tissus animaux**, ajouter ensuite 5 ml de solution tampon acide et laisser couler à un débit maximal de 15 ml par minute. Ne pas amener à sec et conserver une quantité de solution tampon acide correspondante à environ 2 cm au-dessus de la phase stationnaire de la cartouche.

7.2. Préparation et extraction des échantillons d'eau

- Placer les bouteilles d'échantillons dans le bain à ultrasons pour une durée d'environ 20 minutes.
- Préparer les échantillons et les solutions étalons selon le tableau suivant avec de l'eau ultrapure dans des bouteilles d'échantillonnage en plastique.
 - Mesurer le volume par gravimétrie à l'aide d'une balance :
 - 1 g correspond à un millilitre d'échantillon.
- Le poids moyen des contenants de 125 ml en plastique clair est de 22,5 g alors que celui des contenants en plastique brun opaque est de 25,5 g. Pour les bouteilles de 250 ml en plastique clair, le poids moyen est 33,5 g.
- Si des échantillons doivent être filtrés, bien rincer à l'eau et au méthanol toute la verrerie afin d'éliminer toute présence de contamination possible. Utiliser un filtre GF/F.

	Volume initial Eaux potables, souterraines, de surface et usées (à l'exception des affluents) (ml)	Volume initial Eau de surface (projet abaissement LDM) (ml)	Volume initial Affluents (ml)	Volume de solution d'étalons de travail à 50 µg/l (µl)	Volume de solution d'étalons d'extraction à 100 µg/l (µl)
Blanc	100	250	25**	-	10
Étalon 1 µg/l	100	250	25**	10	10
Étalon 5 µg/l	100	250	25**	50	10
Étalon 20 µg/l	100	250	25**	200	10
CQ*	100	250	25**	-	10
Échantillons	100	250	25**	-	10
Ajout 5 µg/l	100	250	25**	50	10

* Voir le résumé de préparation fourni par la Division des matériaux de référence.

** Compléter le volume à 100 ml avec de l'eau ultrapure.

- Installer des réservoirs préalablement décontaminés à l'eau chaude du robinet suivi d'un rinçage à l'eau déminéralisée et finalement d'un rinçage au méthanol sur les cartouches Strata PFAS préalablement conditionnées. Ne pas utiliser de savon ni de brosse pour la décontamination.
- Faire passer les échantillons, l'ajout, les échantillons de contrôle de la qualité, les solutions étalons et le blanc à travers les cartouches en maintenant un débit d'environ 10 ml par minute à l'aide d'une pompe à vide au besoin. Ne pas amener à sec.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches SPE à l'aide de 5 ml de la solution tampon acide lorsque les échantillons sont complètement écoulés. Ne pas amener à sec.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches SPE avec 5 ml de méthanol. Ne pas amener à sec.
- Éluer à un débit maximal de 5 ml par minute les cartouches SPE avec 5 ml de la solution d'élution dans des tubes en plastique de 15 ml ou en borosilicate.
- Évaporer à sec sous flux d'argon à environ 32 °C.
- Ajouter 500 µl de méthanol et 10 µl de la solution d'étalons d'injection aux extraits et bien mélanger au vortex.
- Transférer les extraits reconstitués dans des vials à HPLC à l'aide de pipettes de transfert en plastique de 3 ml. Mettre un bouchon aux vials.

7.3. Préparation, extraction et purification SPE des échantillons de sols et sédiments

- Si l'échantillon est humide, il devra être lyophilisé au préalable.
- Peser environ 1 g d'échantillon sec (préalablement broyé et tamisé à 2 mm) dans un tube en plastique de 15 ml.
- Ajouter les solutions de travail, intermédiaire et d'extraction selon le tableau suivant, puis laisser reposer environ 1 heure. À l'exception du blanc, une matrice composite de sols, sols/sédiments ou sédiments est utilisée pour les contrôles qualité (étalons, ajout, CQ).

	Poids de sols ou sédiments secs (g)	Volume de solution d'étalons de travail à 50 µg/l (µl)	Volume de solution d'étalons intermédiaire à 200 µg/l (µl)	Volume de solution d'étalons d'extraction à 100 µg/l (µl)
Blanc	-	-	-	100
Étalon 2 µg/kg	1	40	-	100
Étalon 10 µg/kg	1	-	50	100
Étalon 20 µg/kg	1	-	100	100
Échantillons	1	-	-	100
Ajout (10 µg/kg)	1	-	50	100
CQ *	1	-	-	100

* Voir le résumé de préparation fourni par la Division des matériaux de référence.

- Ajouter 7 ml de solution d'extraction pour sols/sédiments/biosolides et mélanger au multivortex environ 1 minute.
- Placer les tubes dans le bain à ultrasons environ 20 minutes et centrifuger à environ 5000 rpm pendant environ 10 minutes.
- Transférer le surnageant à la pipette pasteur dans un deuxième tube de 15 ml.
- Évaporer les extraits à environ 0,5 ml sous flux d'argon à environ 32 °C.
- Diluer les extraits en complétant les tubes jusqu'à environ 12 ml avec la solution tampon acide.
- Faire passer les échantillons, l'ajout, les échantillons de contrôle de la qualité, les solutions étalons et le blanc à travers les cartouches Strata-PFAS **préalablement conditionnées** à un débit maximal de 10 ml par minute à l'aide de la pompe à vide au besoin. Ne pas amener à sec.

- Rincer les tubes vidés avec environ 0,5 ml de méthanol et transférer immédiatement ce liquide de rinçage aux cartouches correspondantes en complétant au besoin le volume des cartouches avec de la solution tampon acide.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches SPE avec environ 5 ml de solution tampon acide. Ne pas amener à sec.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches SPE avec 5 ml de méthanol. Ne pas amener à sec.
- Éluer les cartouches SPE avec 4 ml de solution d'élution dans des tubes en plastique de 15 ml à un débit maximal de 5 ml par minute à l'aide d'une pompe à vide au besoin. À la fin de l'élution, récupérer les dernières gouttes en tirant avec la pompe à vide.
- Ajouter 100 µl de la solution d'étalons d'injection.
- Compléter à un volume final de 5 ml avec du méthanol.
- Mélanger les tubes au vortex.
- Prélever 1 ml de chaque extrait et transférer dans des vials à HPLC. Mettre un bouchon aux vials.

7.4. Préparation, extraction et purification SPE des échantillons de biosolides

- Lors de la manipulation des échantillons de biosolides, l'opérateur travaille sous hotte muni de gants et d'un masque N95. Une aliquote d'environ de 10 à 15 grammes d'échantillons est lyophilisée puis broyée au mortier. Un tamisage à 2 mm peut être nécessaire pour enlever les débris grossiers.
- Peser environ 0,2 g d'échantillon sec dans un tube en plastique de 15 ml.
- Ajouter les solutions de travail, intermédiaire et d'extraction selon le tableau suivant, puis laisser reposer environ 1 heure. À l'exception du blanc, une matrice composite de sols/biosolides est utilisée pour les contrôles qualité (étalons, ajout, CQ).

	Poids de biosolides secs	Volume de solution d'étalons de travail à 50 µg/l	Volume de solution d'étalons intermédiaire à 200 µg/l	Volume de solution d'étalons d'extraction à 100 µg/l
	(g)	(µl)	(µl)	(µl)
Blanc	-	-	-	100
Étalon 25 µg/kg	0,2	100	-	100
Étalon 100 µg/kg	0,2	-	100	100
Étalon 200 µg/kg	0,2	-	200	100
Échantillons	0,2	-	-	100
Ajout (100 µg/kg)	0,2	-	100	100
CQ *	0,2	-	-	100

* Voir le résumé de préparation fourni par la Division des matériaux de référence.

- Ajouter 7 ml de solution d'extraction pour sols/sédiments/biosolides et mélanger au multivortex environ 1 minute.
- Placer les tubes dans le bain à ultrasons environ 20 minutes et centrifuger à environ 5000 rpm pendant environ 10 minutes.
- Transférer le surnageant à la pipette pasteur dans un nouveau tube de 15 ml contenant environ 500 mg de phase PSA.
- Mélanger brièvement les tubes au vortex et centrifuger à environ 5000 rpm pendant environ 10 minutes.
- Transférer le surnageant à la pipette pasteur dans un nouveau tube de 15 ml.
- Évaporer les extraits à environ 0,5 ml sous flux d'argon à environ 32 °C.
- Diluer les extraits en complétant les tubes jusqu'à environ 12 ml avec la solution de tampon acide.
- Faire passer les échantillons, l'ajout, les échantillons de contrôle de la qualité, les solutions étalons et le blanc à travers les cartouches Strata-PFAS **préalablement conditionnées** à un débit maximal de 10 ml par minute à l'aide de la pompe à vide au besoin. Ne pas amener à sec.
- Rincer les tubes vidés avec environ 0,5 ml de méthanol et transférer immédiatement ce liquide de rinçage aux cartouches correspondantes en complétant au besoin le volume des cartouches avec de la solution tampon acide.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches SPE avec environ 5 ml de solution tampon acide. Ne pas amener à sec.

- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches SPE avec 5 ml de méthanol. Ne pas amener à sec.
- Éluer les cartouches SPE avec 4 ml de solution d'élution dans des tubes en plastique de 15 ml à un débit maximal de 5 ml par minute à l'aide d'une pompe à vide au besoin. À la fin de l'élution, récupérer les dernières gouttes en tirant avec la pompe à vide.
- Ajouter 100 µl de la solution d'étalons d'injection.
- Compléter à un volume final de 5 ml avec du méthanol.
- Mélanger les tubes au vortex.
- Prélever 1 ml de chaque extrait et transférer dans des vials à HPLC. Mettre un bouchon aux vials.

7.5. Préparation, extraction et purification SPE des échantillons de tissus animaux

- Les échantillons de tissus animaux sont souvent fournis au laboratoire comme matrice fraîche congelée. Les échantillons sont d'abord lyophilisés et les masses sont notées avant/après lyophilisation afin de documenter le taux d'humidité de la matrice (nécessaire pour recalculer les concentrations en base humide). Après lyophilisation et pulvérisation des échantillons secs (broyeur à billes ou équivalent), les échantillons sont homogénéisés à la spatule.
- Lorsque l'échantillon est sec et bien homogénéisé, peser environ 0,2 g sec d'échantillon dans un tube en plastique de 15 ml.
- Ajouter les solutions de travail, intermédiaire et d'extraction selon le tableau suivant, puis laisser reposer environ 1 heure. À l'exception du blanc, une matrice de tissu animal exempt de niveaux significatifs de PFAS (exemple : poisson d'épicerie) est utilisée pour les contrôles qualité (étalons, ajout, CQ).

	Poids de tissu animal sec	Volume de solution d'étalons de travail à 50 µg/l	Volume de solution d'étalons intermédiaire à 200 µg/l	Volume de solution d'étalons d'extraction à 100 µg/l
	(g)	(µl)	(µl)	(µl)
Blanc	-	-	-	100
Étalon 2 µg/kg *	0,2	32	-	100
Étalon 5 µg/kg *	0,2	80	-	100
Étalon 15 µg/kg *	0,2	-	60	100
Étalon 30 µg/kg *	0,2	-	120	100
Échantillons	0,2	-	-	100
Ajout (15 µg/kg)	0,2	-	60	100
CQ **	0,2	-	-	100

*Concentration exprimée en base humide, considérant un taux d'humidité standard de 75 %.

** Voir le résumé de préparation fourni par la Division des matériaux de référence.

- Ajouter 7 ml de méthanol conservé au réfrigérateur et refroidi au congélateur une heure avant l'utilisation et mélanger au multivortex environ 1 minute.
- Remplir le bain à ultrasons avec de l'eau conservée au réfrigérateur et refroidie au congélateur avant utilisation puis placer les tubes dans le bain à ultrasons environ 10 minutes et centrifuger à environ 5000 rpm pendant environ 10 minutes.
- Transférer le surnageant à la pipette pasteur dans un deuxième tube de 15 ml.
- Évaporer les extraits à environ 0,4 ml sous flux d'argon avec léger chauffage (environ 20 °C).
- Placer un nombre suffisant de cartouches Phree sur le bain d'extraction.
- Conditionner les cartouches Phree avec 1 ml de la solution de conditionnement Phree.
- Placer de nouveaux tubes de 15 ml sous des cartouches.
- Ajouter aux extraits 100 µl de solution aqueuse d'acide formique 5%, mélanger au vortex, puis transférer les extraits dans les cartouches Phree à l'aide d'une pipette pasteur. Utiliser la pompe à vide pour faciliter le passage des extraits à travers les cartouches.
- Rincer les tubes avec 0.5 ml de la solution de conditionnement Phree et transférer cette fraction de rinçage aux cartouches Phree à l'aide d'une pipette pasteur. Utiliser la pompe à vide pour faciliter le passage des extraits à travers les cartouches.
- Diluer les extraits en complétant les tubes jusqu'à environ 14 ml avec la solution tampon acide.
- Faire passer les échantillons, l'ajout, les échantillons de contrôle de la qualité, les solutions étalons et le blanc à travers les cartouches Strata X-AW **préalablement**

conditionnées à un débit maximal de 10 ml par minute à l'aide de la pompe à vide au besoin. Ne pas amener à sec.

- Rincer les tubes vidés avec environ 0,5 ml de méthanol et transférer immédiatement ce liquide de rinçage aux cartouches correspondantes en complétant au besoin le volume des cartouches avec de la solution tampon acide.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches Strata X-AW avec environ 5 ml de solution tampon acide. Ne pas amener à sec.
- Rincer à un débit maximal de 20 ml par minute les cartouches Strata X-AW avec 5 ml de méthanol. Ne pas amener à sec.
- Déconnecter les cartouches SPE du bain d'extraction et les remplacer par les cartouches ENVI-Carb.
- Remplir chaque cartouche ENVI-Carb avec 5 ml de méthanol et laisser couler par gravité. S'assurer que la phase stationnaire est bien mouillée à l'aide d'une pression positive au besoin. Ne pas amener à sec.
- Fixer les cartouches Strata X-AW au-dessus des cartouches ENVI-Carb à l'aide de connecteurs (préalablement décontaminés au méthanol et séchés sous la hotte).
- Éluer les cartouches SPE combinées avec 4 ml de solution d'élution dans des tubes en plastique de 15 ml à un débit maximal de 5 ml par minute. À la fin de l'élution, récupérer les dernières gouttes en tirant avec la pompe à vide.
- Ajouter 100 µl de la solution d'étalons d'injection.
- Compléter à un volume final de 5 ml avec du méthanol.
- Mélanger les tubes au vortex.
- Prélever 1 ml de chaque extrait et transférer dans des vials à HPLC. Mettre un bouchon aux vials.

7.6. Dosage des extraits

- Bien homogénéiser au mélangeur de type vortex le contenu des vials avant de démarrer le dosage.
- Analyser les solutions étalon et les échantillons par chromatographie en phase liquide avec détection par spectrométrie de masse en tandem, dans le mode des ions sélectifs en réaction multiple.
- L'étalonnage de l'appareil doit être effectué au minimum une fois par année. Si un étalonnage n'est pas effectué lors d'une séquence d'analyse, un étalonnage précédent peut être utilisé pour la quantification si les contrôles de la qualité satisfont les critères d'acceptabilité.

NOTE – Pour connaître les conditions de fonctionnement des différentes composantes de l'appareil, veuillez consulter le document de référence

approprié dans la documentation qualité de la Division de chimie organique.

8. Calcul et expression des résultats

Les échantillons sont dosés à partir de la courbe d'étalonnage, calculée à partir de solutions étalons.

$$C_e = \frac{A_x \times C_{is}}{A_{is} \times R_f} \times \frac{V_f}{V_i} \times F$$

$$R_f = \frac{A_s \times C_{ise}}{A_{ise} \times C_s}$$

où

- C_e : concentration des composés perfluorés contenus dans l'échantillon (ng/l);
- A_x : aire du composé d'intérêt dans la solution dosée (échantillon);
- C_{is} : concentration de l'étalon d'extraction (surrogate) dans l'échantillon (ng/l);
- A_{is} : aire de l'étalon d'extraction (surrogate) dans l'échantillon;
- R_f : facteur de réponse de la solution étalon;
- V_i : volume initial (l);
- V_f : volume final (l);
- F : facteur de dilution, lorsque cela est applicable;
- A_s : aire du composé d'intérêt dans la solution étalon;
- C_{ise} : concentration de l'étalon d'extraction (surrogate) dans la solution étalon (ng/l);
- A_{ise} : aire de l'étalon d'extraction (surrogate) dans la solution étalon;
- C_s : concentration du composé d'intérêt dans la solution étalon (ng/l).

Le résultat pour le PFHxS tient compte de la somme des isomères linéaires et ramifiés.

Le résultat pour le PFOS tient compte de la somme des isomères linéaires et ramifiés.

Pour les composés présents sous forme de sel, un facteur est appliqué afin de refléter la concentration réelle du composé présent dans le mélange utilisé pour l'étalonnage.

Dans le cas des matrices sols, sédiments et biosolides, les concentrations sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{kg}$ sur une base sèche. Les concentrations dans les échantillons sont ajustées en fonction de la prise d'essai initiale exacte.

Dans le cas des matrices de tissus animaux, les concentrations sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{kg}$ sur une base humide. Les concentrations dans les échantillons sont donc ajustées en fonction de la prise d'essai initiale exacte, mais également du taux d'humidité.

La récupération des étalons d'extraction (surrogate) est calculée à partir du rapport des aires entre le surrogate et son étalon d'injection dans l'échantillon, comparativement au rapport des aires (surrogate/injection) observé dans la gamme d'étalonnage.

Le tableau suivant fournit à titre indicatif les associations entre les composés natifs, étalons d'extraction et étalons internes. Cette association peut être amenée à évoluer en fonction de la disponibilité des étalons marqués.

Composé natif	Étalon d'extraction (surrogate)	Étalon d'injection (interne)
PFBA	$^{13}\text{C}_4\text{-PFBA}$	$^{13}\text{C}_3\text{-PFBA}$
PFPeA	$^{13}\text{C}_5\text{-PFPeA}$	$^{13}\text{C}_2\text{-PFHxA}$
PFHxA	$^{13}\text{C}_5\text{-PFHxA}$	$^{13}\text{C}_2\text{-PFHxA}$
PFHpA	$^{13}\text{C}_4\text{-PFHpA}$	$^{13}\text{C}_2\text{-PFHxA}$
PFOA	$^{13}\text{C}_8\text{-PFOA}$	$^{13}\text{C}_2\text{-PFOA}$
PFNA	$^{13}\text{C}_9\text{-PFNA}$	$^{13}\text{C}_5\text{-PFNA}$

Composé natif	Étalon d'extraction (surrogate)	Étalon d'injection (interne)
PFDA	¹³ C ₆ -PFDA	¹³ C ₂ -PFDA
PFUdA	¹³ C ₇ -PFUdA	¹³ C ₂ -PFUdA
PFDoA	¹³ C ₂ -PFDoA	¹³ C ₂ -PFUdA
PFTTrDA	¹³ C ₂ -PFTeDA ou moyenne de ¹³ C ₂ -PFDoA et ¹³ C ₂ -PFTeDA	¹³ C ₂ -PFUdA
PFTeDA	¹³ C ₂ -PFTeDA	¹³ C ₂ -PFUdA ou ¹³ C ₂ -PFHxDA
PFPrS	¹³ C ₃ -PFBS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
PFBS	¹³ C ₃ -PFBS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
PFPeS	¹³ C ₃ -PFHxS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
PFHxS	¹³ C ₃ -PFHxS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
PFHpS	¹³ C ₈ -PFOS	¹³ C ₄ -PFOS
PFOS	¹³ C ₈ -PFOS	¹³ C ₄ -PFOS
PFNS	¹³ C ₈ -PFOS	¹³ C ₄ -PFOS
PFDS	¹³ C ₇ -PFUdA	¹³ C ₄ -PFOS
FHUEA (6:2 FTUCA)	¹³ C ₂ -FHUEA	¹³ C ₂ -PFOA
FOUEA (8:2 FTUCA)	¹³ C ₂ -FOUEA	¹³ C ₂ -PFOA
4:2 FTS	¹³ C ₂ -4:2 FTS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
6:2 FTS	¹³ C ₂ -6:2 FTS	¹³ C ₄ -PFOS ou ¹³ C ₅ -PFNA
8:2 FTS	¹³ C ₂ -8:2 FTS	¹³ C ₄ -PFOS ou ¹³ C ₅ -PFNA
PFMPA (PF4OPeA)	¹³ C ₅ -PFPeA	¹³ C ₂ -PFHxA
PFMBA (PF5OHxA)	¹³ C ₅ -PFPeA	¹³ C ₂ -PFHxA
PFEESA	¹³ C ₃ -PFBS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
NFDHA (3,6-OPFHpA)	¹³ C ₃ -HFPO-DA	¹³ C ₂ -PFHxA
HFPO-DA (GenX)	¹³ C ₃ -HFPO-DA	¹³ C ₂ -PFHxA
ADONA (NaDONA)	¹³ C ₄ -PFHpA	¹³ C ₂ -PFHxA
9CIPF3ONS	¹³ C ₈ -PFOS	¹³ C ₄ -PFOS
11CIPF3OUdS	¹³ C ₇ -PFUdA	¹³ C ₂ -PFUdA

Composé natif	Étalon d'extraction (surrogate)	Étalon d'injection (interne)
MeFOSAA	d3-MeFOSAA	¹³ C ₂ -PFUdA
EtFOSAA	d5-EtFOSAA	¹³ C ₂ -PFUdA
PFECHS (4-PFechS)	¹³ C ₃ -PFHxS	¹⁸ O ₂ -PFHxS
5:3 FTCA (FPePA)	¹³ C ₈ -PFOA	¹³ C ₂ -PFOA
7:3 FTCA (FHpPA)	¹³ C ₉ -PFNA	¹³ C ₅ -PFNA
6:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -6:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -8:2 diPAP
6:2/8:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -6:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -8:2 diPAP
8:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -6:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -8:2 diPAP
6:8 PFPi	(¹³ C ₂) ₂ -6:2 diPAP	(¹³ C ₂) ₂ -8:2 diPAP
6:2 FTCA	¹³ C ₈ -PFOA	¹³ C ₂ -PFOA
PFHxDA	¹³ C ₂ -PFTeDA	¹³ C ₂ -PFUdA ou ¹³ C ₂ -PFHxDA
PFDoS	¹³ C ₈ -PFOS	¹³ C ₄ -PFOS

9. Critères d'acceptabilité

Éléments de contrôle	Critères d'acceptabilité
Matériaux de référence	Au moins 80 % des composés doivent répondre aux critères d'acceptabilité définis dans le système de gestion informatique des échantillons soumis au laboratoire.
Ajout dosé	La récupération doit être supérieure à 50 % et inférieure à 150 % pour 80 % des composés.
Duplicata	Les résultats sont acceptés à un écart de 30 % entre les deux valeurs.
Étalon de recouvrement	La récupération doit être supérieure à 50 % et inférieure à 150 %.
Blanc	Lorsqu'il y a un résultat positif, et jusqu'à concurrence de 10 fois la limite de détection, il sera soustrait du résultat des échantillons.
Solution étalon	Un écart de 40 % est accepté entre les valeurs de la nouvelle et de l'ancienne solution étalon pour 80 % des composés.
Courbe d'étalonnage	$r^2 \geq 0,9$.

Les chimistes peuvent valider les résultats des analyses à partir de l'ensemble des données du contrôle de la qualité, même s'il y a dépassement des critères.

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.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Guide des bonnes pratiques de laboratoire en chimie organique*, DR-09-COS-001.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, DR-12-SCA-01, [En ligne], [\[http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12SCA01_lignes_dir_chimie.pdf\]](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12SCA01_lignes_dir_chimie.pdf).

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie*, DR-12-VMC, [En ligne], [\[http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12VMC_protocole_val_chimie.pdf\]](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12VMC_protocole_val_chimie.pdf).

GOVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, [En ligne], [\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/).



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

Québec 