

Méthode d'analyse

MA. 203 – Platinoïdes

2026-08-04

Détermination par des éléments du groupe platine dans l'eau : méthode par spectrométrie de masse en tandem et source ionisante au plasma d'argon (ICP-MS-MS)

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/renseignements.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, boulevard 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 : 978-2-555-04556-9 (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. Interférence	2
4. Conservation	3
5. Matériel et appareillage	3
6. Réactifs et étalons	3
7. Protocole d'analyse	5
7.1 Préparation spéciale du matériel	5
7.2 Métaux dissous et solubles à l'acide	5
7.3 Préparation des échantillons	6
7.4 Dosage	6
8. Calcul et expression des résultats	6
9. Critères d'acceptabilité	7
10. Bibliographie	7

Introduction

Les éléments du groupe du platine (EGP) regroupent le ruthénium (Ru), le rhodium (Rh), le palladium (Pd), l'osmium (Os), l'iridium (Ir) et le platine (Pt). Ces métaux sont rares et caractérisés par des propriétés communes, variées et uniques. Parmi celles-ci figurent leur inertie chimique, leur excellente capacité catalytique, leur point de fusion élevé, leur résistance à la corrosion et à l'oxydation sous haute température, leur faible coefficient d'expansion thermique, leur durabilité mécanique et leurs propriétés thermoélectriques stables.

Les EGP sont principalement utilisés dans la fabrication des pots catalytiques pour automobiles. On les retrouve également dans l'industrie de l'électronique, dans la fabrication de creusets destinés à la croissance de monocristaux ainsi que dans l'industrie médicale.

1. Domaine d'application

Cette méthode sert à déterminer la concentration des EGP dissous et solubles à l'acide dans l'eau potable, les eaux souterraines et de surface.

Élément	Limite inférieure (µg/l)	Limite supérieure (µg/l)
Ru	0,003	1,0
Rh	0,001	1,0
Pd	0,003	1,0
Os	0,004	1,0
Ir	0,002	1,0
Pt	0,002	1,0

Le domaine d'application peut être étendu au-delà de cette limite supérieure, par dilution de l'échantillon ou en validant l'extrapolation par le dosage de solutions étalons ou de matériaux de référence certifiés.

2. Principe et théorie

Le dosage est effectué à l'aide d'un spectromètre de masse en tandem à source ionisante au plasma d'argon (ICP-MS-MS). L'échantillon est entraîné dans un plasma d'argon par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique et d'un nébuliseur. Les métaux contenus dans l'échantillon sont atomisés et ionisés dans le plasma. Un premier quadrupôle permet de sélectionner la masse qui entrera dans la cellule réactionnelle ou différents gaz pourront être utilisés pour éliminer les interférences isobariques et polyatomiques. Par la suite, un deuxième quadrupôle permettra de sélectionner les masses qui seront acheminées vers le spectromètre de masse de l'instrument.

La concentration d'un élément, à une masse spécifique, est déterminée par comparaison des quantités d'ions captés dans l'échantillon et les solutions étalons.

3. Interférence

Les interférences les plus fréquentes sont les interférences de type polyatomique (formation d'ions moléculaires à partir des éléments contenus dans l'échantillon) et isobarique (même masse atomique pour deux éléments différents). Les interférences isobariques peuvent être éliminées par le logiciel de l'appareil à l'aide d'équations de corrections ou comme les interférences polyatomiques à l'aide de la cellule réactionnelle.

4. Conservation

Prélever un échantillon représentatif et le transvider dans une bouteille en polyéthylène de haute densité (HDPE). Cette bouteille doit contenir l'agent de préservation (3,75 ml d'acide chlorhydrique (HCl) concentré et 6,25 ml d'éthanol pour 125 ml). Conserver à environ 4 °C. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder deux semaines.

Si l'échantillon doit être filtré, la filtration doit être réalisée sur le terrain à l'aide d'un filtre 0,45 µm et être préservé en fonction du volume filtré; soit 3 % HCl concentré et 5 % d'éthanol.

5. Matériel et appareillage

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

- 5.1. Spectromètre d'émission au plasma d'argon couplé à un spectromètre de masse en tandem de marque Agilent, modèle 8800
- 5.2. Chambre de nébulisation de type Scott avec refroidisseur
- 5.3. Nébuliseur concentrique de type MicroMist
- 5.4. Échantillonneur de marque Agilent, modèle ASX-500 Series
- 5.5. Logiciel d'exploitation MassHunter de marque Agilent
- 5.6. Tubes de 10 ml en polypropylène (PP) de forme conique avec bouchons en PP

6. Réactifs et étalons

Lorsque l'utilisation de réactifs commerciaux de qualité particulière est nécessaire, une mention à cet effet est ajoutée après le nom du produit.

À moins d'indication contraire, l'eau utilisée pour la préparation des réactifs et des solutions étalons est de l'eau déminéralisée ultrapure.

À moins d'indication contraire, les solutions peuvent être conservées à la température de la pièce.

- 6.1. Argon, Ar (CAS n° 7440-37-1)
- 6.2. Oxygène 99,999 %, O₂ (CAS n° 7782-44-7)
- 6.3. Mélange 10 % ammoniac/hélium, NH₃/He (CAS n° 1336-21-6)
- 6.4. Hélium 5.0, He (CAS n° 7440-59-7)
- 6.5. Acide chlorhydrique (qualité trace métal), HCl (CAS n° 7697-01-1)
- 6.6. Éthanol, dénaturé, CH₃CH₂OH (CAS n° 64-17-5)

- 6.7. Acide nitrique (qualité trace métal), HNO_3 (CAS n° 7607-37-2)
- 6.8. Solution étalon de ruthénium de 10 mg/l (qualité PlasmaCal), Ru (CAS n° 7440-18-8)
- 6.9. Solution étalon de rhodium de 10 mg/l (qualité PlasmaCal), Rh (CAS n° 7440-16-6)
- 6.10. Solution étalon de palladium de 10 mg/l (qualité PlasmaCal), Pd (CAS n° 7440-05-3)
- 6.11. Solution étalon d'osmium de 10 mg/l (qualité PlasmaCal), Os (CAS n° 7440-04-2)
- 6.12. Solution étalon d'iridium de 10 mg/l (qualité PlasmaCal), Ir (CAS n° 7439-88-5)
- 6.13. Solution étalon de platine de 10 mg/l (qualité PlasmaCal), Pt (CAS n° 7440-06-4)
- 6.14. Solution étalon d'indium de 1000 mg/l (qualité PlasmaCal), In (CAS n° 7440-74-6)
- 6.15. Solution étalon de bismuth de 1000 mg/l (qualité PlasmaCal), Bi (CAS n° 7440-69-9)
- 6.16. Solutions de carrier, de rinçage et blanc, HCl 3 % V/V et 5 % éthanol

Dans une fiole jaugée de 1 000 ml contenant environ 500 ml d'eau, ajouter 30 ml de HCl concentré et 50 ml d'éthanol et compléter au trait de jauge avec de l'eau.

Cette solution peut être conservée environ six mois.

- 6.17. Solution de rinçage pour l'échantillonneur, HNO_3 1,0 % V/V et HCl 0,5 % V/V

Dans une fiole jaugée de 1 000 ml contenant environ 800 ml d'eau, ajouter 10 ml de HNO_3 concentré et 5 ml de HCl concentré et compléter au trait de jauge.

Cette solution peut être conservée jusqu'à épuisement.

- 6.18. Solution mère de 50 µg/l en EGP

Dans une fiole jaugée de 100 ml contenant environ 50 ml d'eau, ajouter 0,5 ml des solutions de 10 mg/l en ruthénium, rhodium, palladium, osmium, iridium et platine. Ajouter 3 ml de HCl concentré et 5 ml d'éthanol. Compléter au trait de jauge avec de l'eau.

Cette solution peut être conservée une semaine.

6.19. Solutions étalons

Solutions étalons	Volumes (ml)				
	1	2	3	4	5
Solution mère de 50 µg/l en EGP	0,25	0,50	1,0	2,5	5,0
HCl conc.	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Éthanol	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Volume final (ml)	250	250	250	250	250
Concentrations des EGP (µg/l)	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0

Les solutions étalons peuvent être conservées une semaine.

6.20. Solution mère d'étalon interne de 1 mg/l

Dans une fiole jaugée de 500 ml contenant environ 400 ml d'eau, ajouter 1,0 ml de HNO₃ concentré, 0,5 ml d'indium et 0,5 ml de bismuth. Compléter au trait de jauge avec de l'eau.

Cette solution peut être conservée jusqu'à épuisement.

6.21. Solution de travail de l'étalon interne de 25 µg/l

Dans une fiole jaugée de 500 ml contenant environ 400 ml d'eau, ajouter 12,5 ml de la solution mère d'étalon interne, 15 ml de HCl concentré et 25 ml d'éthanol. Compléter au trait de jauge avec de l'eau.

Cette solution peut être conservée jusqu'à épuisement.

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 garantir une fréquence d'insertion adéquate en ce qui concerne les éléments d'assurance et de contrôle de la qualité (blanc, matériaux de référence, duplicata, etc.). Tous ces éléments d'assurance et de contrôle de la qualité ainsi que la courbe d'étalonnage suivent les mêmes étapes du protocole analytique que les échantillons.

7.1 Préparation spéciale du matériel

Aucune préparation du matériel n'est nécessaire.

7.2 Métaux dissous et solubles à l'acide

Les échantillons de métaux dissous et solubles à l'acide sont dosés directement.

7.3 Préparation des échantillons

Transvider une partie aliquote de l'échantillon extrait dans un tube de 10 ml pour le dosage et placer sur l'échantillonneur selon la séquence d'analyse.

7.4 Dosage

Le dosage des échantillons et des éléments du contrôle de la qualité est effectué à l'aide d'un spectromètre de masse en tandem couplé à une source d'émission au plasma d'argon. L'étalonnage, de type linéaire, est réalisé à l'aide des solutions étalons lors de chaque séquence d'analyse. L'analyse est effectuée aux masses déterminées en utilisant des gaz pour certains métaux selon les informations suivantes. Le choix des masses et des modes de gaz et les étalons internes retenus peuvent varier en fonction des échantillons et des séquences d'analyse.

Élément	Masse	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Ru	99	Sans gaz	O ₂ 99→99	
Ru	101	He		
Rh	103	He	NH ₃ 103→103	
Pd	105	He		
Pd	108	Sans gaz	He	
Os	188	Sans gaz	He	
Os	189	Sans gaz	He	
Ir	193	Sans gaz	O ₂ 193→193	He
Pt	195	Sans gaz	O ₂ 195→195	He

8. Calcul et expression des résultats

Les résultats sont obtenus directement à l'aide du logiciel, ils sont calculés en µg/l à l'aide d'une régression linéaire de la réponse des solutions étalons et sont corrigés par les solutions étalons internes. Au besoin, réintégrer les données en suivant le programme du logiciel. Le cas échéant, multiplier par le facteur de dilution.

Multiplier les résultats par 1,08 pour corriger l'ajout de 8 % de préservatif à la bouteille d'échantillon (3 % de HCl concentré et 5 % d'éthanol).

9. Critères d'acceptabilité

Éléments de contrôle	Critères d'acceptabilité
Matériaux de référence	La valeur obtenue doit être à l'intérieur de la moyenne ± 2 écarts types. Une vérification du processus est amorcée lorsque le résultat est compris entre ± 2 et ± 3 écarts types.
Duplicata et réplcats	Le pourcentage de la différence entre le résultat parent et le duplicata (ou réplcat) divisé par le résultat moyen doit être inférieur à 10 %.
Blanc	La valeur du blanc ne doit pas dépasser la limite de quantification.
Ajouts dosés	Le pourcentage de récupération doit être entre 80 et 120 %.
Courbe d'étalonnage	La courbe d'étalonnage est considérée comme étant linéaire et est acceptée si son coefficient de corrélation (r) est supérieur à 0,995.

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, se reporter à la dernière édition du document.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, DR-12-SCA-01, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, édition courante.

[<https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/pala/DR-12-SCA-01-lignes-directrices-chimie.pdf>]

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie*, DR-12-VMC, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, édition courante.

[<https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/pala/DR-12-VMC-protocole-validation-chimie.pdf>]



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

Québec 