

Analyse intelligente des eaux usées à l'aide d'un ICP-MS Agilent avec dilueur automatique intégré

Amélioration de la productivité des analyses environnementales de routine à l'aide d'un ICP-MS Agilent 7900 avec système de dilution avancé



Auteurs

Aimei Zou, Michiko Yamanaka
Agilent Technologies, Inc.

Introduction

La spectrométrie de masse avec plasma induit (ICP-MS) est une technique d'analyse multi-élémentaire couramment utilisée dans différents secteurs, en raison de sa haute sensibilité et de sa grande sélectivité. De nombreux laboratoires d'analyse de l'environnement, des aliments, des produits pharmaceutiques et des matériaux qui dépendent de méthodes à cadence élevée bénéficient de la robustesse, de la fiabilité et des performances supérieures des instruments ICP-MS Agilent. Alors que les laboratoires cherchent à réduire davantage les inefficacités dans leurs flux de travail et limiter la charge de travail du personnel, on constate une tendance à l'automatisation des tâches manuelles pour améliorer la productivité globale.

En raison de la sensibilité élevée de cette méthode, les concentrations des éléments dans les solutions étalons d'ICP-MS sont normalement basses. Ainsi, de nombreux laboratoires préparent de nouveaux étalons chaque jour. La préparation d'étalons de faible concentration est une opération complexe, car il faut veiller à éviter toute erreur humaine ou contamination des étalons. De plus, lors de la mesure d'échantillons environnementaux comme les eaux usées, les sols et les sédiments, la concentration des éléments cibles dépasse parfois de manière inattendue la gamme d'étalonnage. Dans ces situations, l'analyste doit diluer manuellement l'échantillon pour le ramener dans la gamme, ce qui alourdit encore plus sa charge de travail.

Afin d'aider les laboratoires à réduire le temps d'analyse d'un échantillon et le coût par analyse, Agilent a développé le système de dilution avancé (Advanced Dilution System), ou ADS 2, spécifiquement pour les instruments ICP-MS (et ICP-OES) Agilent.¹ Les laboratoires peuvent utiliser le système de dilution automatique ADS 2 pour les tâches importantes suivantes :

- Préparer automatiquement un étalonnage multipoint à partir d'une seule solution mère étalon. L'automatisation de la préparation des mélanges étalons permet d'éliminer des tâches manuelles lourdes, de réduire le risque d'erreur humaine et de limiter la possibilité d'une contamination due aux opérations manuelles.
- Diluer automatiquement les échantillons selon un facteur connu (prescrit), afin d'éliminer le besoin d'une dilution manuelle.
- Exécuter automatiquement une dilution réactive intelligente des composés cibles lorsque les résultats sont en dehors de la gamme d'étalonnage, même lors des opérations de nuit sans surveillance, pour plus de productivité.

Ces fonctions réduisent la charge de travail de l'analyste, tout en faisant en sorte que la méthode de dilution automatique ICP-MS offre une bonne précision et exactitude pour la mesure quantitative des éléments cibles dans un échantillon. L'ADS 2 est particulièrement utile pour les laboratoires exécutant des analyses de routine d'un grand nombre d'échantillons divers, dont la concentration en composés peut varier significativement.

Les instruments ICP-MS Agilent définissent la norme de performance pour les analyses d'échantillons environnementaux, en raison de leur tolérance aux matrices chargées et de leur technologie de cellule de collisions/réactions (CCR) avancée. Le système de réaction octopolaire de quatrième génération (ORS⁴) CCR élimine les interférences polyatomiques pouvant affecter nombre d'éléments à l'état de trace régulés, notamment Cr, As, Se et Cd, dans les échantillons environnementaux. L'ORS⁴ offre des conditions de fonctionnement optimisées pour le mode de collision par hélium (He), qui supprime de nombreuses interférences par discrimination d'énergie cinétique (KED), aussi appelé He-KED.

Dans cette étude, les échantillons d'eaux usées ont été choisis en tant que type d'échantillon représentatif analysé par les laboratoires menant des analyses de routine dans le domaine de l'environnement. L'ICP-MS Agilent 7900 équipé de l'ADS 2 a été utilisé pour déterminer 31 éléments dans les eaux usées.

Méthode expérimentale

Échantillons et étalons

Deux matériaux de référence (MRC) d'eaux usées certifiés, notamment l'ERM CA713 (IRMM, Belgique) et le CWW-TM-C (High Purity Standards, États-Unis), ont été utilisés pour contrôler l'exactitude de la méthode. Un test de recouvrement du dopage de la matrice d'échantillons d'eaux usées réels a également été réalisé. Les échantillons d'eaux usées ont été mis à disposition par un organisme gouvernemental local. Aucun prétraitement n'était nécessaire pour les échantillons d'eaux usées avant l'analyse, à l'exception d'une filtration pour extraire les éléments solides non dissous.

Les étalons mono-éléments et multi-éléments Agilent ont été utilisés pour préparer une solution mère mélangée pour l'étalonnage automatique avec l'ADS 2. La concentration de chaque élément dans la solution mère mélangée est détaillée dans le tableau 1.

Tableau 1. Étalons Agilent, références (réf.) et concentration en composés dans la solution mère mélangée.

Élément	Échantillonneur	Concentration dans la solution mère mélangée (ppm)
Na, Mg, K, Ca, Fe	Étalon multi-élément (réf. : 5183-4688)	20
Be, Al, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb, Th, U	Étalon multi-élément (réf. : 5183-4688)	0,2
B	réf. : 5190-8254	0,2
Sr	réf. : 5190-8581	0,2
Ti	réf. : 5190-8545	0,2
Sn	réf. : 5190-8543	0,2
Te	réf. : 5190-8533	0,2
Hg	réf. : 5190-8575	0,01

Un mélange d'étalons internes (réf. : 5183-4681) contenant 10 ppm chacun de ⁶Li, Sc, Ge, Y, In, Tb, et Bi a été utilisé. Une solution de travail de 100 ppb a été préparée au moyen d'une dilution manuelle 100x et ajoutée en ligne à l'ICP-MS 7900 par le biais du système de vanne avancé pour ICP-MS (AVS MS)* et de la pompe péristaltique intégrés. Une dilution approximative par 15 de la solution de travail d'étalon interne a été obtenue avec un tube à petit diamètre, afin de limiter la dilution de l'échantillon.

Une solution de HNO₃ à 2 % (v/v) avec du HCl 0,5 % (v/v) a été utilisée pour la préparation de la solution mère mélangée, du diluant, du vecteur et de la solution mère d'étalon interne. Le HCl a été ajouté pour garantir la stabilité des éléments Ag, Sb, Sn, Te et Hg dans la solution. Du HNO₃ à 3 % avec du HCl à 0,5 % a été utilisé comme solution de rinçage pour purger soigneusement le système entre les analyses des différentes solutions.

Les 31 éléments répertoriés dans le tableau 1 ont été étalonnés automatiquement par l'ADS 2 depuis la solution mère étalon avec des facteurs de dilution de 200x, 100x, 40x, 20x, 10x, 4x et 2x.

Instruments

Toutes les analyses ont été menées avec un ICP-MS 7900 équipé du système d'introduction des échantillons standard, qui se compose d'un nébuliseur concentrique en verre, d'une chambre de nébulisation en quartz et d'une torche (injecteur de 2,5 mm de diamètre). L'instrument était équipé d'un cône échantillonneur en cuivre plaqué nickel et d'un cône écrêteur en nickel. Les instruments utilisés dans cette étude sont illustrés dans la figure 1.

Des conditions de plasma à usage général ont été choisies dans le logiciel Agilent ICP-MS MassHunter ; les paramètres grisés dans le tableau 2 ont été définis automatiquement. Les tensions de la lentille ionique ont également été optimisées automatiquement pour maximiser la sensibilité. Les conditions de fonctionnement de l'ICP-MS 7900 et les paramètres d'introduction de l'échantillon de l'ADS 2 sont détaillés dans les tableaux 2 et 3, respectivement.



Figure 1. ICP-MS Agilent 7900 avec vanne de commutation AVS MS intégrée connectée à l'Agilent ADS 2 et au passeur automatique d'échantillons Agilent SPS 4.

Tableau 2. Conditions de fonctionnement de l'ICP-MS Agilent 7900.

Paramètre	Sans gaz	He
Mode de plasma	Usage général	
Alimentation RF (W)	1 550	
Profondeur d'échantillonnage (mm)	10	
Débit du gaz de nébulisation (L/min)	1,20	
Réglage de lentille	Autotune	
Débit du gaz de la cellule (mL/min)	0	5
Discrimination d'énergie (V)	5	

Tableau 3. Paramètres d'introduction de l'échantillon de l'Agilent ADS 2.

	Temps (s)	Vitesse de la pompe à transfert AVS MS (%)	Position de l'aiguille pour passeur automatique d'échantillons	Position de la vanne
Chargement de l'échantillon	20	25	Échantillon	Chargement
Stabilisation	10	5	Port de rinçage	Injection
Rinçage de la sonde	15	5	Port de rinçage	Injection
Rinçage de la sonde 1	5	35	Port de rinçage	Injection
Rinçage de la sonde 2	20	0	Port de rinçage	Injection
Rinçage 3	1	0	Accueil	Injection
Lavage de boucle/sonde facultatif	10	50	Port de rinçage	Chargement
Lavage de boucle facultatif	1	5	Port de rinçage	Injection

L'ICP-MS 7900 avec ADS 2 offre de précieux avantages pour les laboratoires exécutant des analyses de routine, notamment :

- La préparation automatique d'étalonnages multiniveaux à partir d'un ou plusieurs solutions mères étalons à une dilution atteignant 400x. La préparation et l'analyse des mélanges étalons peuvent être réalisées automatiquement, dans un délai de 20 minutes, afin d'améliorer l'efficacité du laboratoire.
- La dilution automatique réactive et intelligente des échantillons, si des composés cibles sont mesurés à des concentrations supérieures à la gamme d'étalonnage. L'échantillon dilué est ajouté automatiquement à la liste d'échantillons en direct et les données d'analyse en ligne de l'échantillon dilué sont générées en conséquence.
- La dilution automatique réactive basée sur les résultats des échantillons présentant des composés nécessitant différents facteurs de dilution, en raison de matrices contenant des éléments avec toute une gamme de concentrations.

Résultats et discussion

Préparation automatique des mélanges étalons par l'ADS 2

Les performances d'étalonnage du système de dilution automatique de l'ADS 2 ont été évaluées au niveau de la linéarité, de l'exactitude et des limites de détection de l'instrument (IDL). Les courbes d'étalonnage représentatives qui ont été créées automatiquement par l'ICP-MS 7900 avec ADS 2 sont présentées dans la figure 2. Ces courbes couvrent des éléments de masse faible à élevée : Be, As, Cd et Pb. Une excellente linéarité a été obtenue pour tous les composés sur toute la gamme d'étalonnage, comme le démontrent les coefficients d'étalonnage de $R \geq 0,9995$.

L'exactitude de dilution obtenue par l'ADS 2 a été évaluée en divisant la concentration calculée des étalons préparés avec des facteurs de dilution de 2 à 200 pour tous les composés par la concentration attendue. L'exactitude d'étalonnage de chaque niveau d'étalonnage allait de 90 à 110 %, témoignant de la grande exactitude de l'ADS 2 pour la préparation automatique des mélanges étalons.

Les IDL ont été calculées par le logiciel ICP-MS MassHunter à partir de la mesure de trois réplicas de chaque étalon. Des IDL basses ont été obtenues pour tous les composés sur toute la gamme de masse, par exemple, 0,001 ppb pour ^{52}Cr et ^{75}As , 0,0003 ppb pour ^{111}Cd et 0,0009 ppb pour ^{202}Hg . Les IDL à faible concentration attestent de la haute précision de la distribution d'échantillon par l'ADS 2 associé au passeur automatique d'échantillons Agilent SPS 4. Les IDL confirment également que la sensibilité de l'ICP-MS 7900 n'est pas compromise par le système de dilution automatique de l'ADS 2.

L'efficacité de l'ADS 2 a été évaluée sur la base du temps pris pour l'étalonnage automatique ; le temps total de préparation et d'analyse de huit niveaux d'étalonnage représente moins de 20 minutes. Surtout, l'étalonnage était entièrement automatisé et ne nécessitait aucune intervention humaine, sauf pour préparer la solution mère initiale.

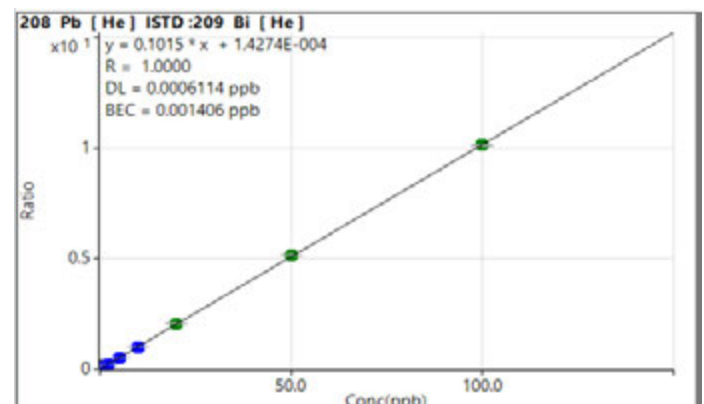
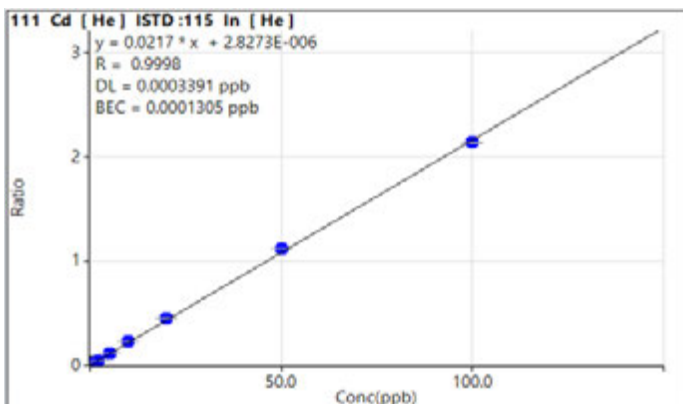
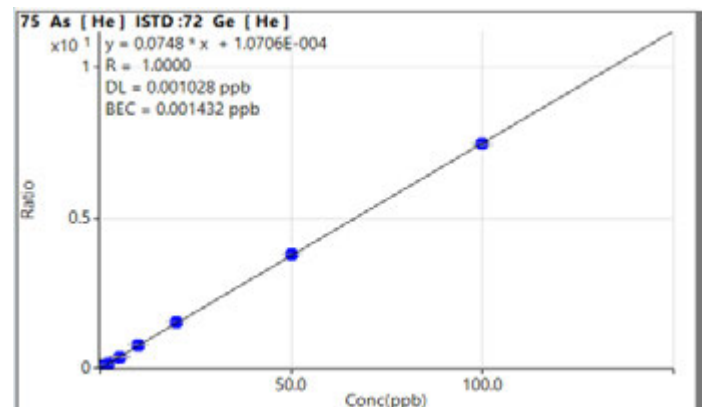
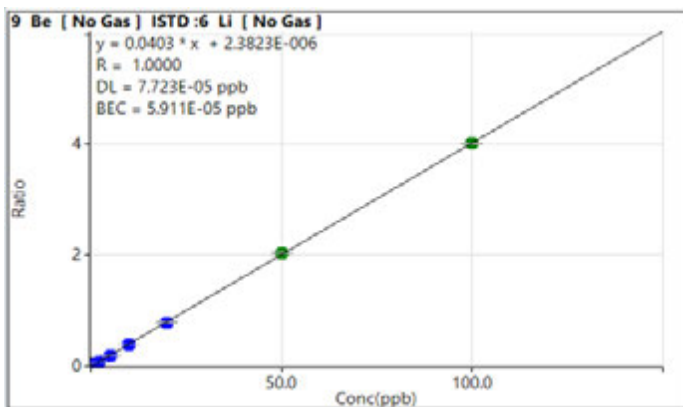


Figure 2. Courbes d'étalonnage ICP-MS représentatives pour les éléments Be, As, Cd et Pb qui ont été créées automatiquement à partir d'une seule solution mère par l'ADS 2 Agilent installé sur l'ICP-MS Agilent 7900.

Limites de détection de la méthode (MDL)

Les MDL pour les 31 éléments ont été déterminées selon les directives de la méthode EPA 200.8.² Les MDL 3 sigma ont été calculées à partir de l'analyse de sept aliquotes en réplica d'un blanc de préparation (HNO₃ à 2 % avec HCl à 0,5 %) ayant été dopé à des concentrations 2 à 5 fois supérieures à la MDL estimée. Le béryllium et le bore ont été acquis avec le mode sans gaz, tandis que les autres éléments l'ont été avec le mode He. Un résumé des MDL pour tous les composés est présenté dans le tableau 4. Des MDL de bas niveau ont été obtenus pour tous les éléments à l'état de trace, ce qui démontre l'excellente sensibilité de l'ICP-MS 7900 avec ADS 2 et passeur automatique d'échantillons SPS 4.

Tableau 4. Limites de détection de la méthode à 3 sigma obtenues par l'ICP-MS Agilent 7900 équipé du système de dilution automatique de l'ADS 2.

Composé	Masse	Mode de cellule	MDL (ppb)
Be	9	Sans gaz	0,0006
B	11	Sans gaz	0,014
Na	23	He	0,30
Mg	24	He	0,25
Al	27	He	0,095
K	39	He	0,82
Ca	44	He	1,4
Ti	47	He	0,032
V	51	He	0,004
Cr	52	He	0,004
Mn	55	He	0,003
Fe	56	He	0,063
Co	59	He	0,001
Ni	60	He	0,018
Cu	63	He	0,006
Zn	66	He	0,022
As	75	He	0,007
Se	78	He	0,11
Sr	88	He	0,005
Mo	95	He	0,002
Ag	107	He	0,002
Cd	111	He	0,002
Sn	118	He	0,006
Sb	121	He	0,003
Te	125	He	0,056
Ba	137	He	0,006
Hg	202	He	0,005
Tl	205	He	0,0006
Pb*	*	He	0,0004
Th	232	He	0,001
U	238	He	0,0003

* Le Pb a été mesuré avec la somme des trois isotopes les plus abondants, 206, 207 et 208.

Évaluation des performances de dilution avec des MRC

Les deux MRC d'eaux usées (ERM CA713 et CWW-TM-C) ont été utilisés dans cette étude pour évaluer les performances de dilution de l'ADS 2 au niveau de l'exactitude et du recouvrement. Des aliquotes dupliquées de chaque MRC ont été analysées durant la séquence et les concentrations moyennes et les recouvrements ont été calculés pour les composés, comme synthétisé dans le tableau 5.

Initialement, la concentration mesurée de Cu dans le MRC d'eaux usées ERM CA713 non dilué était supérieure à la gamme d'étalonnage. L'ADS 2 a donc réalisé automatiquement une dilution réactive par 10 de l'échantillon. Les concentrations mesurées de la plupart des composés certifiés dans le MRC d'eaux usées CA713 étaient excellentes, avec des recouvrements d'éléments certifiés allant de 97 à 103 % et correspondant à la gamme acceptable (incertitude). Seul le résultat mesuré pour Hg se trouvait légèrement en dehors de la gamme de concentration acceptable, mais il était toujours à ± 10 %, ce qui serait considéré comme acceptable pour une méthode d'étalonnage externe.³

Pour le MRC d'eaux usées CWW-TM-C, une dilution réactive automatique 10x par l'ADS 2 a été déclenchée pour tous les composés cibles, car la concentration mesurée initiale était supérieure à la gamme d'étalonnage. Comme le montre le tableau 5, des recouvrements allant de 100 à 106 % ont été obtenus pour tous les composés cibles, ce qui confirme l'exactitude de la méthode ICP-MS 7900 avec dilution automatique ADS 2.

Tableau 5. Résultats quantitatifs pour deux MRC d'eaux usées par l'ICP-MS Agilent 7900 avec ADS 2.

Composé	ERM-CA713				CWW-TM-C		
	Valeur certifiée (ppb)	Incertitude (ppb)	Conc. mesurée (ppb)	Recouvrement (%)	Valeur certifiée (ppb)	Conc. mesurée (ppb) [#]	Recouvrement (%)
9 Be	S.o.				150	151	101
11B	S.o.				500	504	101
27 Al	S.o.				500	518	104
51 V	S.o.				500	501	100
52 Cr	20,9	1,3	21,0	100	500	531	106
55 Mn	95	4	93	98	500	527	105
56 Fe	445	27	433	97	500	507	101
59 Co	S.o.				500	507	101
60 Ni	50,3	1,4	51,6	103	500	512	102
63 Cu	101	7	101 [#]	100	500	526	105
66 Zn	78	S.o.	77	99	500	529	106
75 As	10,8	0,3	10,5	97	150	158	105
78 Se	4,9	1,1	4,8	98	150	155	103
88 Sr	S.o.				500	502	100
95 Mo	S.o.				500	523	105
107 Ag	S.o.				150	153	102
111 Cd	5,09	0,2	5,24	103	150	152	101
121 Sb	S.o.				150	153	102
137 Ba	S.o.				500	512	102
202 Hg	1,84	0,11	1,99	108	10	9,98	100
205 Tl	S.o.				150	152	102
Pb [*]	49,7	1,7	51,2	103	500	519	104

S.o. = Sans objet. * Le Pb a été mesuré avec la somme des trois isotopes les plus abondants, 206, 207 et 208. # Concentrations mesurées après une dilution réactive automatique de 10 par l'ADS 2.

Évaluation des performances de dilution avec des eaux usées dopées

Un échantillon réel d'eaux usées a également été utilisé pour évaluer les performances de l'ADS 2. Selon les directives de la méthode EPA 6020B³, un test de recouvrement du dopage de la matrice a été réalisé en prenant trois lectures en réplica de trois préparations techniques des eaux usées dopées. Les concentrations dopées de chaque composé dans l'échantillon d'eaux usées sont fournies dans le tableau 6.

Étant donné que la concentration mesurée des éléments Na, K et Ca dans les eaux usées initiales était relativement élevée, un dopage à concentration élevée a été utilisé. Pour ces éléments qui ont été mesurés au-dessus de la gamme d'étalonnage, une dilution réactive par 10 a été exécutée automatiquement par l'ADS 2. Les résultats quantitatifs sont résumés dans le tableau 6.

L'exactitude de l'étape de dilution réactive a été calculée en divisant la concentration mesurée après la dilution réactive par 10 des eaux usées par la concentration mesurée dans les eaux usées non diluées.

Comme le montre le tableau 6, des recouvrements de 97 à 110 % ont été obtenus pour les composés présentant des concentrations relativement élevées dans l'échantillon d'eaux usées, notamment les éléments B, Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Sr et Ba. De plus, un blanc de préparation a été mesuré entre les échantillons d'eaux usées, et aucun effet mémoire n'a été détecté. Cette observation indique que le rinçage après opération de l'ADS 2 a permis de purger efficacement le système.

Pour le test de recouvrement du dopage de la matrice, la plupart des éléments ont été recouverts à 100 ± 10 %, tandis que les recouvrements des éléments à concentration plus élevée, à savoir Na, Mg, Ca, Mn et Zn, variaient de 85 à 88 %. Les recouvrements des dopages pour tous les composés respectaient les exigences de 100 ± 25 % de la méthode EPA 6020B, ce qui confirme l'intérêt de la méthode à dilution automatique. La précision (RSD en %) des recouvrements était ≤ 4 %, ce qui démontre l'excellente reproductibilité, stabilité et fiabilité de l'ICP-MS 7900 avec ADS 2.

Tableau 6. Résultats quantitatifs pour un échantillon réel d'eaux usées mesurés avec l'ICP-MS Agilent 7900 avec ADS 2.

Composé	Échantillon réel d'eaux usées					
	Conc. mesurée sans dilution (ppb)	Conc. mesurée avec dilution réactive 10x (ppb)	Exactitude de la dilution réactive (%)	Concentration du dopage (ppb)	Recouvrement du dopage (%)	RSD en % (n=3)
9 Be	< MDL		S.o.	10	109	2,4
11B	55,4	56,7	102	40	108	3,8
23 Na	42 900	47 000	109	50 000	86	1,3
24 Mg	1 360	1 490	110	1 000	87	1,3
27 Al	12,6	13,1	104	10	92	1,4
39 K	14 200	15 300	108	25 000	93	1,0
44 Ca	14 600	15 200	104	25 000	85	0,4
47 Ti	0,37		S.o.	10	96	1,0
51 V	0,28		S.o.	10	93	1,0
52 Cr	0,23		S.o.	10	92	1,0
55 Mn	19,7	21,5	109	10	85	2,0
56 Fe	60,1	58,2	97	1 000	93	0,5
59 Co	0,07		S.o.	10	98	0,3
60 Ni	1,21		S.o.	10	93	0,3
63 Cu	5,57		S.o.	10	94	1,0
66 Zn	23,1	22,6	98	10	88	1,5
75 As	2,27		S.o.	10	104	0,2
78 Se	0,31		S.o.	10	109	1,7
88 Sr	32,7	34,3	105	20	100	1,5
95 Mo	0,38		S.o.	10	98	0,4
107 Ag	0,03		S.o.	10	106	2,3
111 Cd	0,01		S.o.	10	104	0,5
118 Sn	0,26		S.o.	10	96	0,5
121 Sb	0,40		S.o.	10	103	0,3
125 Te	< MDL		S.o.	10	112	1,7
137 Ba	15,2	15,41	102	10	95	2,5
202 Hg	0,03		S.o.	0,5	97	0,6
205 Tl	0,01		S.o.	10	100	0,1
Pb*	0,02		S.o.	10	100	0,1
232 Th	0,01		S.o.	10	96	0,7
238 U	0,001		S.o.	10	98	0,5

* Le Pb a été mesuré avec la somme des trois isotopes les plus abondants, 206, 207 et 208.

Stabilité à long terme

La stabilité à long terme de l'ICP-MS 7900 avec le système de dilution automatique ADS 2 a été étudiée sur la base des recouvrements de la vérification de l'étalonnage en continu (CCV) et des étalons internes. L'étalon de CCV a été préparé par l'ADS 2, qui a dilué une solution mère d'étalonnage par un facteur de 20. La solution mère mélangée était la même que celle utilisée pour préparer les mélanges étalons. L'étalon de CCV comprenait 1 ppm de Ca, Na, Mg, K et Fe, 0,5 ppb de Hg et 10 ppb pour tous les autres éléments, ce qui était équivalent au mélange étalon de niveau 5. L'étalon de CCV a été mesuré après chaque tranche de 10 échantillons d'eaux usées sur plus de huit heures. Les recouvrements de tous les composés pour les 14 mesures de CCV ont été calculés et présentés sous la forme d'un tracé de stabilité, comme illustré dans la figure 3. Tous les recouvrements étaient à $100 \pm 10\%$, ce qui correspond aux critères de la méthode EPA 6020 et démontre la stabilité de l'ICP-MS 7900 avec ADS 2 sur un cycle continu de plus de huit heures.

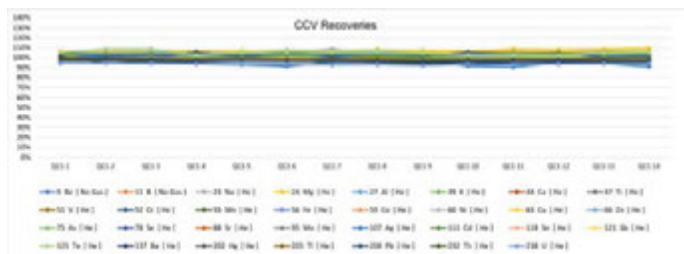


Figure 3. Recouvrements de CCV sur plus de huit heures de mesures en continu d'échantillons d'eaux usées.

La stabilité de l'étalon interne a également été surveillée sur la même séquence d'échantillons pendant plus de huit heures. Comme illustré dans la figure 4, les recouvrements d'étalons internes étaient de $100 \pm 20\%$, ce qui démontre l'excellente robustesse et tolérance aux matrices de l'ICP-MS 7900. Les tests de stabilité confirment que la méthode de dilution automatique ICP-MS peut prendre en charge les longs cycles analytiques typiques des laboratoires menant des analyses de routine.

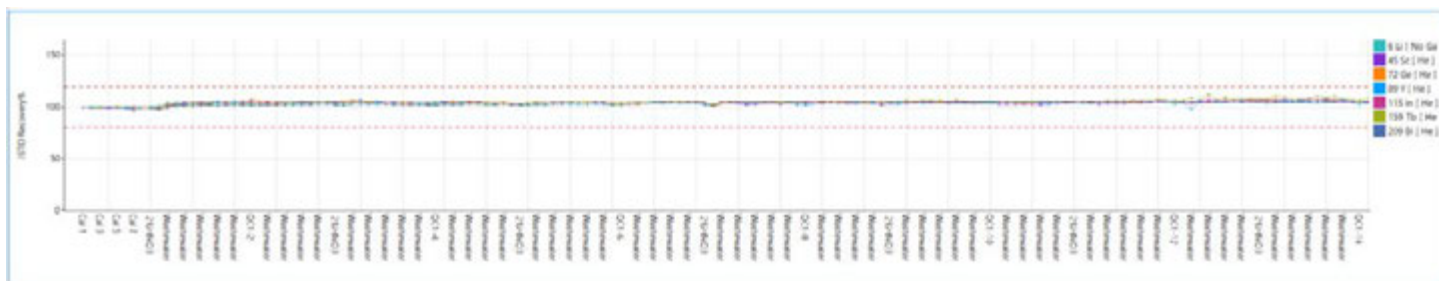


Figure 4. Stabilité de l'étalon interne sur plus de huit heures de mesures d'eaux usées. Les lignes rouges en pointillés correspondent aux limites de contrôle $\pm 20\%$.

Conclusion

La performance analytique de l'ICP-MS Agilent 7900 équipé du dilueur automatique Agilent ADS 2 a été évaluée pour l'exactitude de l'étalonnage, le recouvrement des éléments certifiés dans deux MRC d'eaux usées et un test de dopage de matrice d'un échantillon réel d'eaux usées.

L'étalonnage automatique de l'ADS 2 a présenté une excellente linéarité sur la série complète des éléments. Les résultats quantitatifs pour les deux MRC d'eaux usées et l'échantillon dopé d'eaux usées satisfaisaient les critères d'acceptation de la méthode EPA pour les recouvrements, après une dilution réactive par l'ADS 2. Les tests de recouvrement ont confirmé l'exactitude de la méthode ICP-MS 7900 et les capacités de dilution intelligentes de l'ADS 2.

La robustesse et la reproductibilité de la méthode de dilution automatique sur plus de huit heures de mesures en continu ont été démontrées par les recouvrements des CCV et des étalons internes dans les limites spécifiées par la méthode EPA 6020.

Le système de dilution automatique ICP-MS Agilent entièrement intégré offre aux laboratoires un protocole automatisé, rapide, intelligent et durable pour les analyses courantes d'une grande variété de types d'échantillons. Grâce à l'automatisation de certaines tâches lourdes, comme la préparation des mélanges étalons, la dilution des échantillons et la dilution des échantillons hors gamme, les laboratoires peuvent raccourcir les temps d'analyse d'un échantillon et bénéficier de gains de productivité sur le long terme.

Références

1. Agilent Advanced Dilution System (ADS 2) – Technical overview, publication Agilent, [5994-7211EN](#)
2. EPA Method 200.8 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, Revision 5.4, EMMC Version, consulté en janvier 2024, [EPA Method 200.8: Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry | US EPA](#)
3. EPA Method 6020B Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), Revision 2, July 2014, consulté en janvier 2024, [EPA Method 6020B \(SW-846\): Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry | US EPA](#)

Informations connexes

Yamashita, R., Analyse automatisée d'échantillons environnementaux à matrice peu chargée ou chargée avec une seule méthode ICP-MS, publication Agilent, [5994-7114EN](#)

Riles, P., Productive Analysis of High Matrix Samples using ICP-MS with Advanced Dilution System, publication Agilent, [5994-7232EN](#)

Liste de consommables

Type de produit	Référence Agilent	Description
Boucle d'échantillonnage pour AVS MS/ADS 2	5005-0425	1,50 mL 1,00 mm de d.i. 1/pqt
Kits de flacons	5005-0435	Kit de flacons de diluant/vecteur 6 L, comprend une bouteille de 6 L, un bouchon StaySafe GL45, des raccords et une vanne de mise à pression atmosphérique
	5005-0436	Kit de flacons PFA de diluant 2 L pour ICP-MS, comprend un flacon en PFA de 2 L, un bouchon StaySafe GL45, des raccords et une vanne de mise à pression atmosphérique
	5005-0437	Kit de collecte des déchets, comprend un bidon de collecte de déchets de 10 L, un bouchon StaySafe S60, des raccords et un filtre à vapeur d'acide
Kit de tube AVS MS	G8411-68202	Kit préconfiguré AVS MS
Kits de tubes ADS 2	5005-0106	Kit de tube ADS 2, configuration à vanne C, 2/pqt
	5005-0107	Kit de tube ADS 2, vanne C – pompe AVS MS, 1/pqt
	5005-0182	Kit de tube ADS 2, vanne C – vanne AVS MS, 1/pqt
	5005-0102	Kit de tube ADS 2, configuration à vanne B, 4/pqt
	5005-0103	Kit de tube ADS 2, vanne A – vanne C, 1/pqt
	5005-0105	Kit de tube ADS 2, vecteur/diluant, 2/pqt
	G8457-68004	Kit de tube ADS 2, vanne A – vanne AVS MS, 1/pqt

www.agilent.com/chem/7900icpms

DE26776971

Ces informations peuvent être modifiées sans préavis.

© Agilent Technologies, Inc. 2024
Imprimé aux États-Unis, le 19 mars 2024
5994-7113FR

