

Capacité et fonctionnement de l'Advanced Dilution System 2

Étalonnage et dilution de l'échantillon automatisés pour les instruments Agilent ICP-OES et ICP-MS



Améliorez l'efficacité de vos flux de tâches

Aujourd'hui plus que jamais, les laboratoires du monde entier se confrontent à des défis croissants afin de réaliser davantage d'analyses tout en utilisant moins de ressources, ce qui entraîne la réévaluation de nombreuses pratiques analytiques. L'automatisation de certaines tâches peut aider les responsables de laboratoires à simplifier leurs flux de tâches ainsi qu'à optimiser leur utilisation des ressources. Afin d'aider les laboratoires équipés des instruments Agilent de spectroscopie d'émission optique à plasma induit (ICP-OES) et de spectrométrie de masse à plasma induit (ICP-MS) à gagner en efficacité, Agilent a développé l'Advanced Dilution System 2 (ADS 2), un système d'autodilution entièrement intégré en ligne et conçu pour les applications de routine à cadence élevée. L'ADS 2 peut automatiquement diluer les étalons et échantillons mères jusqu'à 400 fois. Par conséquent, il est idéal pour la préparation automatique de mélanges étalons et d'échantillons ou pour la dilution d'échantillons hors gamme. L'ADS 2 réduit avec efficacité le nombre de tâches manuelles que les opérateurs doivent effectuer lors de la préparation d'une méthode quantitative pour les instruments ICP-OES et ICP-MS, ce qui leur permet de consacrer plus de temps à d'autres tâches.

L'ADS à 2 seringues est disponible pour l'ICP-OES Agilent 5800 et 5900, ainsi que l'ICP-MS Agilent 7850, 7900 et 8900*. L'ADS 2 et l'Advanced Valve System (AVS)** fonctionnent parfaitement ensemble sous la commande logicielle afin d'augmenter la cadence d'analyse, de réduire le temps d'analyse des échantillons et de réduire le coût par échantillon. La conception intégrée de l'ADS 2 et de l'AVS permet d'éviter l'ajout de temps superflus en dehors des dilutions et répond ainsi à l'un des problèmes courants d'autres systèmes de dilution. Cette conception maintient également en permanence le système prêt à diluer des échantillons en ligne dès que nécessaire. Si la dilution réactive d'un échantillon est nécessaire, le logiciel intelligent présente de manière commode les résultats de l'échantillon dilué après chaque analyse de la feuille de travail tout en permettant de continuer à accéder à l'ensemble des données.

Caractéristiques du diluteur automatique ADS 2

L'ADS 2 est entièrement intégré aux versions 7.7 et ultérieures du logiciel ICP Expert Agilent pour l'ICP-OES, ainsi qu'aux versions 5.3 et ultérieures du logiciel ICP-MS MassHunter Agilent pour l'ICP-MS.

Ce système simple d'autodilution à deux seringues offre les éléments suivants :

Un étalonnage automatique : l'ADS 2 préparera automatiquement les mélanges étalons à partir de dilutions exactes d'un étalon mère. L'analyste place simplement l'étalon mère sur le portoir du passeur automatique d'échantillons et utilise l'assistant d'étalonnage automatique pour définir la gamme d'étalonnage. Les courbes d'étalonnage multipoint seront ensuite automatiquement générées. L'assistant d'étalonnage automatique prend en charge un grand nombre d'étalons mères et de gammes d'étalonnage par élément. L'étalonnage automatique est bien plus commode et efficace que les processus manuels, ce qui permet à l'analyste de gagner du temps. Il réduit également les déchets ainsi que les risques d'erreurs ou de contamination lors de l'analyse.

Une dilution prescriptive : lors de la configuration de méthode, l'opérateur peut définir un facteur de dilution (prescriptive) pour la préparation automatique des solutions d'échantillons. Par exemple, si une série de solutions d'échantillons doit être diluée 10 fois (1:10) avant l'analyse, l'analyste doit simplement saisir 10 comme facteur de dilution dans la liste d'échantillons. Ensuite, le logiciel déclenchera automatiquement l'ADS 2 pour préparer les solutions avant l'analyse d'échantillons.

Une dilution réactive : après avoir reçu un résultat inattendu (p. ex. si le résultat mesuré pour un échantillon est supérieur à la gamme d'étalonnage ou s'il y a un problème de recouvrement des étalons internes), l'ADS 2 peut être déclenché afin d'effectuer automatiquement une dilution. En fonction de l'échec, le logiciel utilise un algorithme afin de calculer le facteur de dilution réactive approprié et déclenche un nouveau cycle de mesure de l'échantillon. Grâce à ce traitement automatisé garantissant un

ensemble de données complet à la fin d'un cycle, les analystes n'ont plus à répéter manuellement des analyses et gagnent du temps. Les échantillons mesurés à des dilutions multiples sont résumés en fonction de la valeur correcte sous forme de résultat de la gamme pour chaque élément. Ce processus de revue des données assisté par le logiciel permet d'exporter plus rapidement les résultats, ce qui simplifie le procédé de l'analyste.

Des délais plus courts : lorsqu'il ne dilue pas activement une solution, l'ADS 2 a été optimisé afin de prolonger le moins possible le temps d'analyse, généralement de moins de deux secondes. Le débit de solution circule uniquement dans le circuit de dilution de l'ADS 2 lorsqu'une dilution est déclenchée (qu'elle soit définie dans la liste d'échantillons ou déclenchée de manière réactive). Par conséquent, l'ADS 2 offre les avantages d'une autodilution intelligente tout en maintenant des temps d'analyse des échantillons rapides et similaires à ceux d'un ICP équipé d'une vanne de commutation AVS.

Une réduction du coût par analyse : grâce à une conception à deux seringues et en procédant uniquement à la dilution d'échantillons ou de solutions lorsqu'elle est nécessaire, l'ADS 2 permet de faire des économies sur les consommables, comme les seringues et les pièces d'usure des vannes de rechange. En comparaison avec les dilutions manuelles, les dilutions automatiques permettent de diminuer la consommation en matériel de laboratoire, comme les gants, les flacons à échantillon, les embouts-pipettes ainsi que le coût des déchets. La fonctionnalité intelligente et contrôlée par logiciel de l'ADS 2, qui permet de réduire le temps d'analyse ainsi que les coûts de l'ICP (consommation d'argon et d'électricité, etc.), rend son fonctionnement encore plus rentable.

Une utilisation simple : plusieurs outils des logiciels de commande ICP Expert et ICP-MS MassHunter permettent de simplifier le développement de méthodes, le traitement des données, le reporting ainsi que la résolution des anomalies lorsque l'ADS 2 est utilisé. Les deux logiciels comprennent des schémas interactifs du circuit qui fournissent des informations sur le système ADS 2 en direct. De plus, le centre d'aide et d'apprentissage met à disposition des informations détaillées à propos de l'utilisation et de l'entretien du système. Il présente des fonctionnalités telles que des compteurs et capteurs intelligents de suivi de performance de l'instrument fournissant des informations relatives à la maintenance prévisionnelle (Early Maintenance Feedback, EMF), des journaux de maintenance ainsi des guides en ligne pour faciliter les prises de décisions de manière à ce que la maintenance préventive soit réalisée au moment opportun.

La signature Agilent : l'ADS 2 est optimisé pour les ICP Agilent et conçu pour fonctionner en tant que système intégré. Tous les paramètres sont compris dans la méthode afin que les utilisateurs n'aient besoin d'apprendre à utiliser qu'une seule application logicielle. La complète intégration du diluteur automatique à l'instrument permet de proposer des fonctionnalités avancées qui ne sont possibles que lorsque le logiciel et le matériel sont conçus comme un ensemble. Les processus d'achat et d'assistance sont simples, et les utilisateurs n'ont affaire qu'à une seule entreprise.

Comment l'ADS 2 fonctionne-t-il ?

Les deux seringues de l'ADS 2 ne fonctionnent que lorsqu'une dilution est nécessaire, ce qui optimise l'efficacité du flux de tâches de l'ICP afin de réduire les délais d'analyse ainsi que le coût par échantillon. Comme indiqué dans les figures 1 et 2, l'ADS 2 présente deux modes de fonctionnement distincts (non-dilution et dilution).

Dans le mode de non-dilution (figures 1a et b), l'échantillon contourne l'ADS 2, ce qui permet de maintenir la cadence d'une méthode à vanne de commutation et d'optimiser la durée de vie des composants du système. Dans le mode de dilution (figures 2a et d), un commutateur des vannes A et B permet d'intégrer la dilution automatique en ligne à l'analyse ICP, limitant ainsi les processus manuels tels que la préparation de l'étalonnage et la dilution de l'échantillon. L'ADS 2 injecte automatiquement une bulle entre les flux de l'échantillon et de la solution vecteur afin d'éviter tout mélange entre les deux. Cette action permet d'optimiser le temps de lecture utilisable de l'échantillon en limitant les délais de nettoyage.

La vanne A de l'ADS 2 fait circuler le débit entre l'AVS et la vanne C. La solution circule depuis le passeur automatique d'échantillons vers la vanne B avant d'être dirigée directement vers la vanne A ou vers la boucle de dilution. Les seringues qui contiennent le diluant et les solutions vecteurs, mais jamais la solution de l'échantillon, sont reliées à la vanne B. La vanne C facilite le rinçage du système de l'ADS 2. Les voyants indicateurs placés à côté des vannes A et B indiquent la fonction exercée : le chargement (jaune) ou l'injection (vert).

L'ADS 2 et l'AVS permettent également d'inclure ou d'exclure l'ajout automatique en ligne d'un étalon interne au cours de l'analyse sans qu'une autre seringue soit nécessaire et que des coûts supplémentaires soient engendrés.

Mode de non-dilution

Comme indiqué dans la figure 1a, la sonde de passeur automatique d'échantillons se déplace pour transférer l'échantillon (indiqué en bleu foncé), qui est prélevé par la pompe de l'AVS, puis chargé dans la boucle d'échantillonnage AVS, contournant ainsi la boucle de dilution de l'ADS 2. L'AVS se trouve alors dans la position de « chargement ». La pompe AVS envoie tout surplus d'échantillon vers les déchets. Pendant ce temps, la pompe péristaltique envoie la solution de rinçage (bleu clair) et la solution d'étalon interne (violet) vers le nébuliseur, la chambre de nébulisation et la torche de l'instrument à ICP afin de préparer la remise de l'échantillon de l'AVS. Dans le mode de non-dilution, les deux seringues de l'ADS 2 sont inactives.

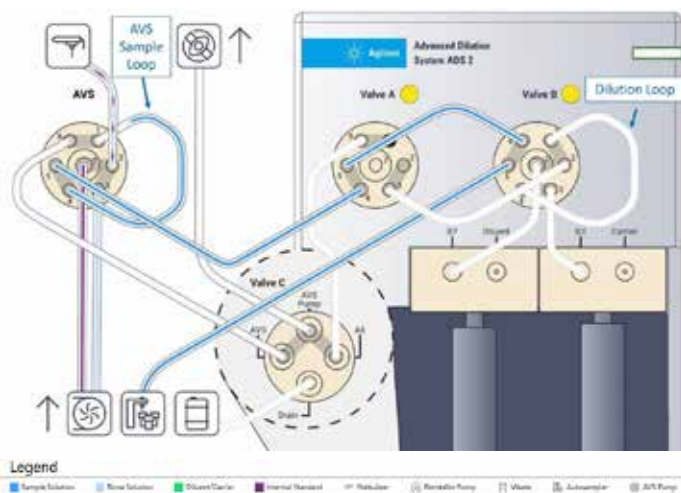


Figure 1a. Mode de non-dilution : l'échantillon est chargé dans l'AVS depuis le passeur automatique d'échantillons, contournant ainsi la boucle de dilution de l'ADS 2.

Comme l'indique la figure 1b, lorsque l'AVS passe à la position « d'injection », l'échantillon (bleu foncé) est mélangé à l'étalon interne (violet) avant que la solution vecteur (bleu clair) ne le transfère dans le système d'introduction des échantillons de l'ICP. Ce processus est dirigé par la pompe péristaltique. Simultanément, la pompe de l'AVS rince le circuit vers le passeur automatique d'échantillons à l'aide de la vanne C (également en bleu clair) afin de le préparer pour l'échantillon suivant. Les seringues de l'ADS 2 restent en position inactive.

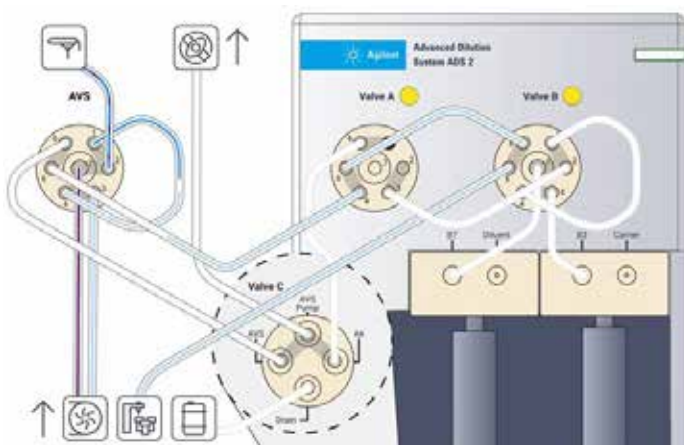


Figure 1b. Injection de l'échantillon depuis l'AVS vers l'ICP-OES ou l'ICP-MS Agilent (sans dilution).

Mode de dilution

Comme indiqué dans la figure 2a, la sonde de passeur automatique d'échantillons se déplace pour transférer l'échantillon (bleu foncé), qui est prélevé par la pompe de l'AVS, puis chargé dans la boucle de dilution de la vanne B de l'ADS 2. Tout surplus d'échantillon est détourné vers la vanne C et envoyé vers les déchets par la pompe de l'AVS. Pendant ce temps, le nébuliseur, la chambre de nébulisation et la torche sont présentés avec les solutions de rinçage (bleu clair) et d'étalon interne (violet) pour préparer la remise de l'échantillon par la pompe péristaltique. L'AVS se trouve alors dans la position de « chargement ».

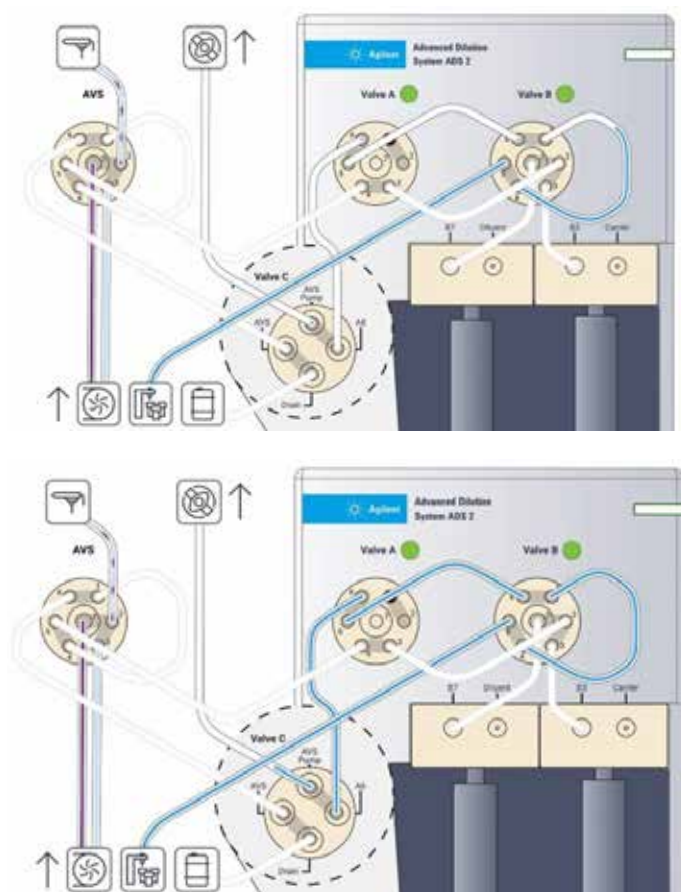


Figure 2a. Mode de dilution : l'échantillon commence à être chargé dans la boucle de dilution de l'ADS 2 (en haut) et, une fois celle-ci remplie, la pompe envoie tout surplus vers les déchets (en bas).

Comme indiqué dans la figure 2b, la vanne B passe à la position d'injection, et les seringues de diluant et de solution vecteur commencent à déverser leurs solutions respectives dans la vanne/boucle. Le diluant (vert) pénètre dans la vanne B par le port 7. Il est ensuite mélangé au port 2 avec l'échantillon préchargé (bleu foncé) entrant depuis la boucle de dilution au port 1.

Une petite bulle d'air est injectée pour empêcher l'échantillon et la solution vecteur de se mélanger. Cette séparation optimise la quantité de solution disponible pour la mesure sans que des accessoires supplémentaires soient nécessaires. La seringue vectrice déverse la solution vecteur (également en vert) afin de faire circuler l'échantillon dans la boucle de dilution sans que les deux solutions entrent en contact. Tout au long de ce processus, le nébuliseur, la chambre de nébulisation et la torche sont toujours alimentés avec les solutions de rinçage (bleu clair) et d'étalon interne (violet) par la pompe péristaltique afin de préparer la remise de l'échantillon. À cette étape, l'AVS se trouve toujours en position de « chargement ».

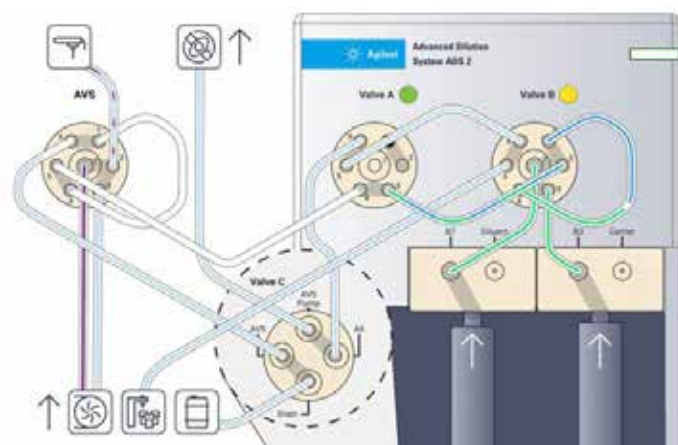


Figure 2b. Processus de dilution et chargement de la boucle de l'AVS.

Comme l'indique la figure 2c, l'échantillon dilué (mélange de bleu foncé/vert) est directement transféré de la vanne B à la vanne A, avant d'être chargé dans la boucle d'échantillonnage de l'AVS. Tout surplus de solution sort de la boucle d'échantillonnage de l'AVS avant d'être envoyé vers les déchets. La vanne de l'AVS se trouve dans la position de « chargement ».

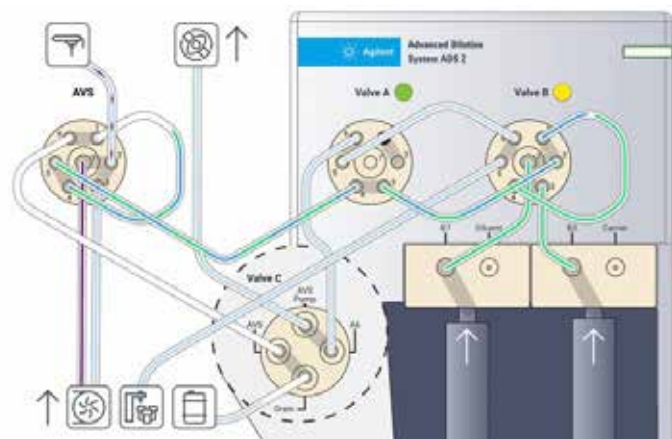


Figure 2c. Chargement de la boucle de l'AVS avec l'échantillon dilué.

Comme indiqué dans la figure 2d, la vanne de l'AVS passe à la position « d'injection ». L'échantillon dilué (mélange de bleu foncé/vert) est mélangé à l'étalon interne (s'il est utilisé), puis envoyé vers le nébuliseur à l'aide de la pompe péristaltique. Pendant ce temps, les tuyaux de la boucle de dilution et du passeur automatique d'échantillons sont entièrement rincés afin d'être prêts à recevoir l'échantillon suivant.

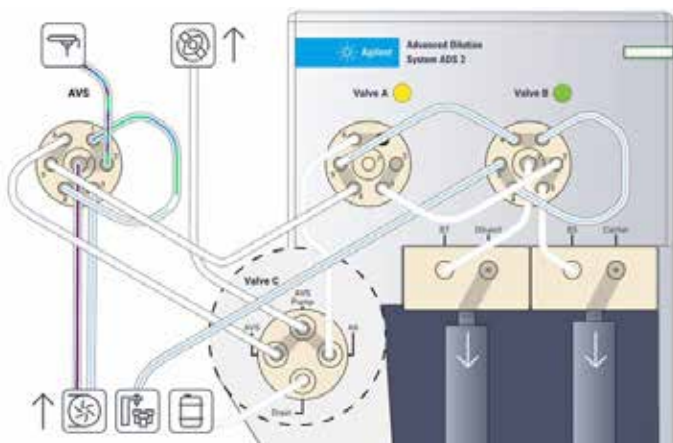


Figure 2d. Remise de l'échantillon dilué à l'ICP-OES ou l'ICP-MS Agilent.

Étalonnage automatique

La préparation des mélanges étalons est une étape cruciale du recueillement de données analytiques de haute qualité de l'ICP-OES ou l'ICP-MS. Pour garantir la précision des données, l'étalonnage doit être effectué avec soin et attention. Dans un sondage réalisé en 2023, la préparation de mélanges étalons est arrivée à la seconde place des tâches manuelles les plus chronophages pour les analystes.

L'utilisation de l'ADS 2 pour préparer automatiquement les mélanges étalons à partir d'un ou plusieurs étalons multi-éléments mères accélère le processus d'étalonnage. L'étalonnage automatique limite également les risques d'erreurs et de contamination en lien avec les méthodes de préparation manuelles.

Les logiciels ICP Expert et ICP-MS MassHunter comprennent tous les deux un « Assistant d'étalonnage automatique » dont un exemple est présenté dans la figure 3. La « bibliothèque mère » du logiciel comprend une liste des mélanges étalons mères communs. Des étalons personnalisés peuvent facilement être ajoutés à cette bibliothèque. En sélectionnant simplement un étalon mère dans la bibliothèque et en saisissant un facteur de dilution, les concentrations de l'étalonnage sont calculées automatiquement et l'ADS 2 calibre l'ICP.

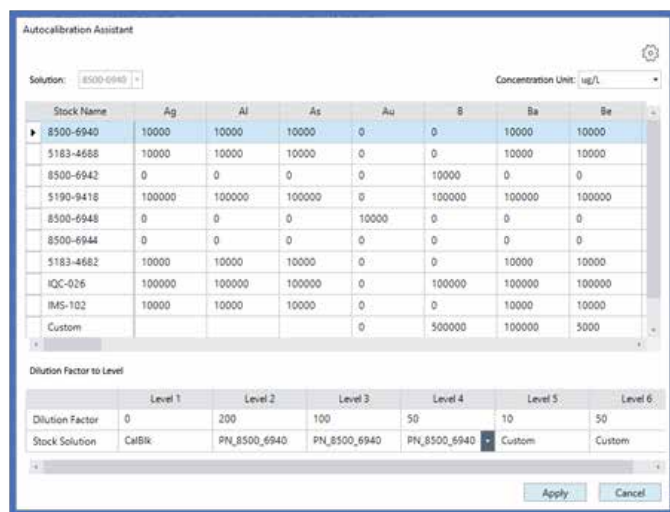


Figure 3. La bibliothèque d'étalons mères (en haut) et le calcul automatique des niveaux d'étalonnage à partir du facteur de dilution indiqué pour la solution mère (en bas).

L'automatisation de la préparation des mélanges étalons élimine également toute variabilité entre opérateurs inhérente aux processus manuels, renforçant ainsi la qualité des données d'ICP au sein du laboratoire. Les mélanges étalons préparés automatiquement génèrent des courbes d'étalonnage combinées linéaires qui présentent des coefficients de corrélation (R) généralement supérieurs à 0,9999 ainsi qu'un taux d'erreur < 5 % sur chaque point sur une grande gamme analytique.

La figure 4 présente une courbe d'étalonnage combinée représentative de l'ICP-MS pour le thallium (²⁰⁵Tl) de 0,25 à 100 µg/L. L'excellente linéarité des mélanges étalons du niveau inférieur (échelle agrandie, à droite) montre que l'ADS 2 peut diluer avec exactitude des étalons jusqu'à 400x.

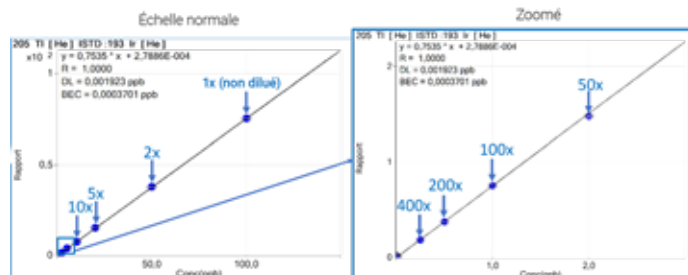


Figure 4. À gauche : la courbe d'étalonnage combinée de l'ICP-MS pour le ²⁰⁵Tl de 0,25 à 100 µg/L avec un excellent coefficient de corrélation de R = 1,0000 générée dans le logiciel ICP-MS MassHunter Agilent. À droite : une section agrandie des mélanges étalons avec une plus faible concentration préparés avec l'ADS 2 de 400x à 50x.

La figure 5 présente une courbe d'étalonnage combinée représentative de l'ICP-OES pour le Se 196,026 nm de 0,0125 à 5 mg/L. Les données indiquent qu'un excellent coefficient de corrélation de $R = 1,0000$ a été obtenu avec un taux d'erreur < 4 %, illustrant ainsi les capacités de l'ADS 2 à diluer avec exactitude des étalons jusqu'à 400x.

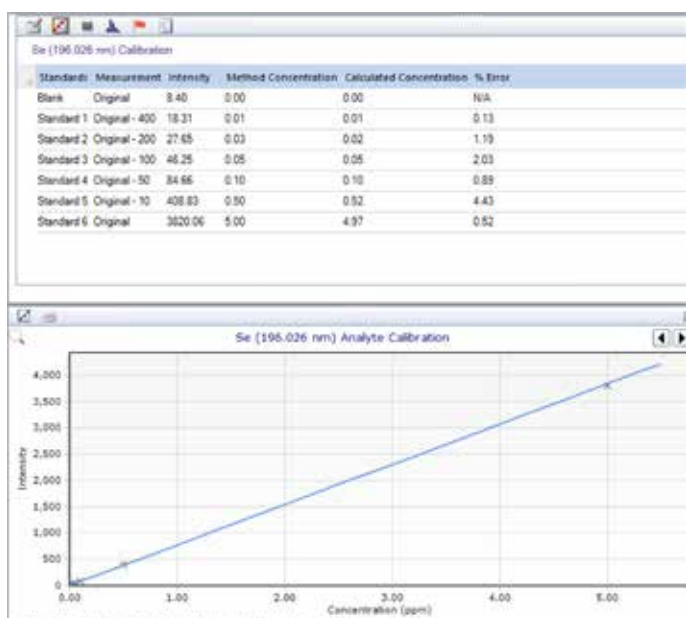


Figure 5. Courbe d'étalonnage combinée pour le Se 196,026 nm de 0,0125 à 5 mg/L avec un excellent coefficient de corrélation de $R = 1,0000$ générée dans le logiciel ICP Expert Agilent.

L'étalonnage automatique de l'ADS 2 garantit l'utilisation d'étalons frais à chaque analyse, ce qui améliore la qualité des données tout en réduisant la quantité de déchets générés en comparaison avec la préparation manuelle d'étalons.

Dilution prescriptive

L'ADS 2 peut faire gagner du temps à l'analyste en automatisant la dilution manuelle, à la fois pénible et répétitive, des échantillons avant l'analyse. Une fois que les facteurs de dilution prédéfinis de 2x à 400x ont été sélectionnés dans le logiciel de commande de l'instrument, l'ADS 2 diluera automatiquement les échantillons. La dilution prescriptive élimine le besoin de diluer manuellement des échantillons avant de les mesurer, donnant ainsi à l'analyste plus de temps pour se focaliser sur d'autres tâches. L'ADS 2 prépare les échantillons avec une haute répétabilité, éliminant les risques d'erreurs en lien avec les procédures de dilution manuelles.

La dilution prescriptive peut également s'appliquer aux solutions de CQ comme les matériaux de référence certifiés (MRC). Par exemple, l'ADS 2 peut appliquer le facteur de dilution utilisé pour un échantillon à un MRC.

Dilution réactive

Selon un sondage réalisé en 2023, le processus de remesure des échantillons est l'une des cinq tâches manuelles qui augmentent le plus le temps d'analyse d'un échantillon et le coût par analyse.

Les logiciels de commande des instruments ICP Expert et ICP-MS MassHunter peuvent déterminer automatiquement si le résultat d'un échantillon est hors gamme. Des résultats inattendus peuvent inclure un résultat hors de la gamme d'étalonnage ou bien un résultat dont le rapport de l'étalon interne se trouve hors des limites définies par l'analyste. Dans ces cas-là, le logiciel déclenche la dilution automatique de l'échantillon par l'ADS 2 afin de le mesurer à nouveau sans que l'utilisateur ait à intervenir. Cette approche simplifie l'analyse, réduit les coûts de la dilution manuelle et du processus de remesure d'un échantillon, et garantit des délais rapides tout en maintenant l'exactitude des résultats d'analyse. La dilution réactive est également disponible en cas d'échec d'une solution de contrôle qualité.



Figure 6. Processus de décision pour la dilution réactive des logiciels ICP Expert et ICP-MS MassHunter Agilent.

Simple et intelligent

Les deux logiciels ICP Expert et ICP-MS MassHunter comprennent des listes de dilution intelligentes intégrées aux fonctions de l'ADS 2. Les listes de dilution peuvent fournir des règles pour des actions selon le résultat hors gamme d'un échantillon, un échec de CQ ou si un rapport d'étalon interne est hors des limites d'une série de composés clés.

Contrôle des déclenchements de dilutions pour différents types d'échantillons

Comme l'indiquent les figures 7 et 8, la fonction de la liste de dilution permet de diluer uniquement des échantillons selon les résultats hors gamme des éléments clés sélectionnés. Cette liste peut s'appliquer aux échantillons de manière individuelle afin d'éviter toute mesure inutile. Cette fonction garantit des délais rapides et réduit le coût par échantillon.

Par exemple, certains laboratoires souhaitent mesurer une séquence présentant différents types d'eau avec une seule méthode analytique : un analyste peut très bien ne pas vouloir obtenir de résultat pour le sodium (Na) dans de l'eau de mer, mais souhaiter inclure le Na comme composé dans le cadre de l'analyse d'échantillons d'eau potable. En définissant une liste de dilution qui exclut le Na comme déclencheur de dilution dans les échantillons d'eau de mer, le logiciel garantira qu'aucune action ne sera effectuée, et évitera toute dilution ou nouvelle mesure inutile. Cependant, l'ADS 2 diluerait automatiquement (de façon réactive) l'échantillon d'eau potable.

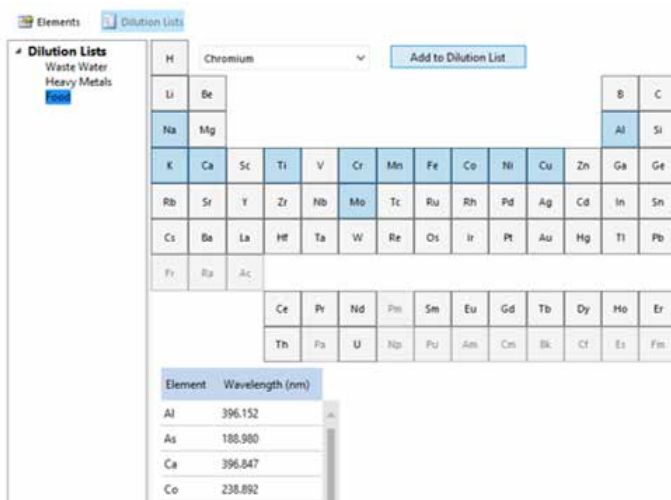


Figure 7. Onglet de configuration de la liste de dilution dans le logiciel ICP Expert 7.7 Agilent.

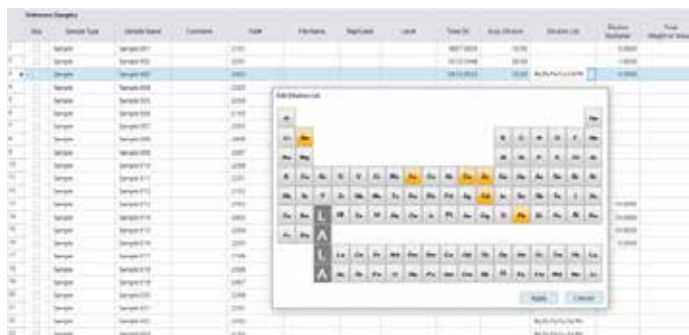


Figure 8. Fenêtre contextuelle de sélection des éléments de la liste de dilution dans le logiciel ICP-MS MassHunter 5.3 Agilent.

Compilation automatique des meilleurs résultats de chaque échantillon

La fonction Résumé du logiciel ICP Expert et ICP-MS MassHunter pour ADS 2 simplifie et automatise le traitement des données ainsi que le reporting. Le résumé des résultats utilise un algorithme intelligent pour filtrer toutes les mesures d'un échantillon et il présente le meilleur résultat de chaque élément, comme l'illustre la figure 9 pour le Mg et le Fe. Le résultat unique du résumé de chaque composé pour chaque échantillon peut être facilement exporté depuis le logiciel de l'instrument dans le modèle de rapports. La figure 10 présente un exemple d'une vue de la fonction Résumé des données d'échantillons de l'ICP-OES pour l'Al, l'As, le Ba et le Fe. Toutes les données de l'ensemble des échantillons sont retenues et peuvent être exportées.

	Mg	Fe	
Mélange étalon le plus élevé	100	100	
Concentration non diluée	50	200	La concentration hors gamme requiert une dilution
Concentration diluée 5x	10	40	
Rang de résumé	50	40	Le rang Résumé choisit une mesure diluée lorsqu'elle se trouve dans la gamme

Mesures à l'intérieur de la gamme

Figure 9. Arbre de décision de la fonction Résumé pour les rapports sur les données. (Remarque : tous les résultats sont présentés avec des valeurs non ajustées.)

Étiquette de la solution	Al 237,312 nm mg/L	As 188,980 nm mg/L	Ba 455,403 nm mg/L	Fe 238,204 nm mg/L	Fe 239,563 nm mg/L	
Résumé	52,86	0,41	6,62	69,72	84,95	Concentration hors gamme pour Al et Fe, requiert une dilution
Original	497,65 a	0,41	6,62	758,65 a	738,63 a	
Dilution - 10	52,86	0,04	0,76	69,72	84,95	Concentration originale de l'échantillon acceptable pour l'As et le Ba

Figure 10. Exemple de données d'échantillons du logiciel ICP Expert Agilent illustrant la vue simplifiée des meilleurs résultats de chaque composé du rang Résumé.

Volumes d'échantillon variables

L'ADS 2 peut être équipé de boucles d'échantillonnage allant de 0,5 à 3,0 mL afin de s'adapter au volume d'échantillon disponible. Comme l'indique la figure 11, les différentes boucles entraînent des temps de mesure compris entre 20 et 150 s pour l'ICP-OES, et de 25 à 410 s pour l'ICP-MS. La conception et le contrôle intégré de l'ADS 2 garantissent des temps de mesure constants pour les modes de fonctionnement de non-dilution et de dilution.

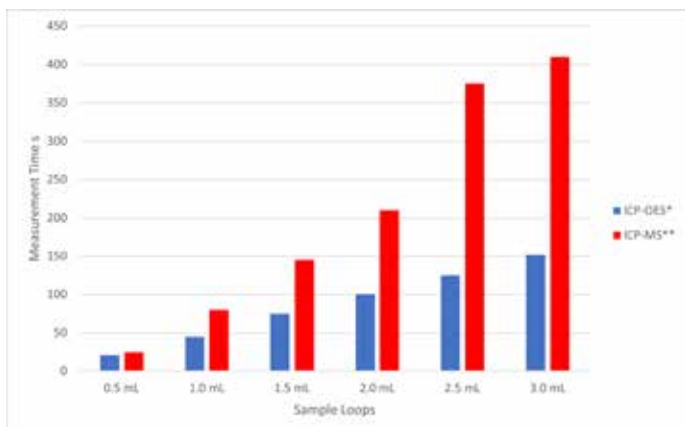


Figure 11. Temps de mesure maximaux de l'ICP-OES et l'ICP-MS lors de l'utilisation de boucles de différentes tailles et de différents volumes d'échantillon avec l'ADS 2.

*Temps de mesure de l'ICP-OES avec un temps de stabilisation de 5 s, une vitesse de pompe péristaltique de 12 tr/min et des tuyaux de pompe péristaltique blanc/blanc de 1,02 mm. **Temps de mesure de l'ICP-MS avec un temps de stabilisation de 20 s, une vitesse de pompe péristaltique de 0,1 tr/s et des tuyaux de pompe péristaltique blanc/blanc d'un diamètre interne de 1,02 mm.

Outils utiles pour le développement de méthodes

Les logiciels ICP Expert et ICP-MS MassHunter comprennent tous les deux les outils intelligents conçus pour faciliter le développement de méthodes suivants :

- Calculateur de conditions — un outil utile fournissant des délais recommandés pour les paramètres de la méthode en fonction du type et de la longueur des tuyaux.

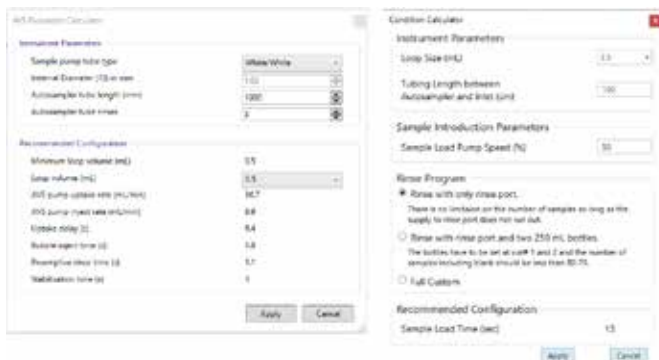


Figure 12. Le calculateur de conditions des logiciels Agilent ICP Expert (à gauche) et Agilent ICP-MS MassHunter (à droite).

- Le suivi des délais de l'AVS/ADS : outil permettant de vérifier ou d'optimiser davantage les conditions de la méthode. La fonction de suivi des délais de l'AVS/ADS indique le signal acquis au cours de la séquence de la méthode entière. Par exemple, si le signal est stable plus tôt que ce qui était prévu dans les conditions du calculateur pour un certain type d'échantillon, le temps de stabilisation pourrait être raccourci afin de gagner du temps. Le signal du composé est mesuré et le logiciel signale tout changement de condition, comme l'indique la figure 13 pour la mesure du Zn 213,857 nm par l'ICP-OES. Cet outil est également utile pour la résolution de toute anomalie au sein du système.

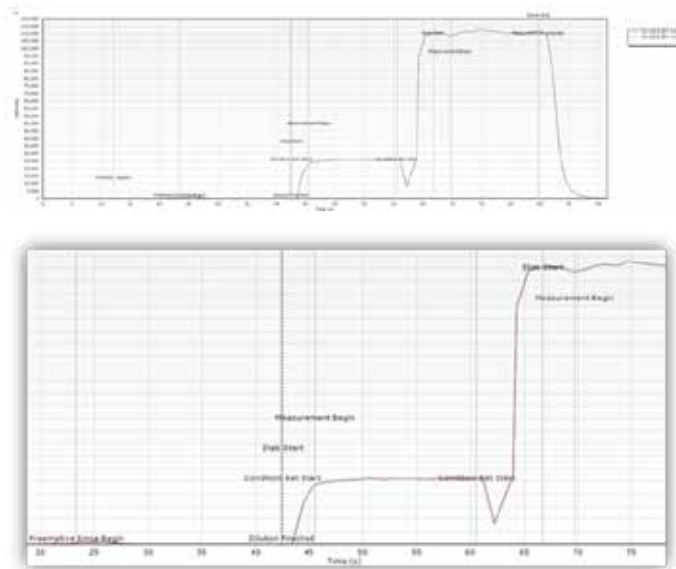


Figure 13. Exemple de suivi des délais de l'AVS/ADS d'ICP Expert Agilent pour la mesure du Zn 213,857 nm dans un échantillon dilué avec une méthode d'ICP-OES à deux conditions, fournissant une vue d'ensemble des conditions de l'analyse. Les deux conditions se rapportent à la mesure radiale suivie d'une mesure axiale du signal. Le temps de stabilisation > 5 s entre le réglage des conditions axiales et le début de la mesure pourrait être réduit. En haut : séquence entière. En bas : vue agrandie entre 20 et 75 s.

Réduction du coût par échantillon et prévention de la contamination

Les échantillons, tels que certaines eaux environnementales collectées sur le terrain, peuvent être directement échantillonnés dans des tubes de 15 ou 50 mL du passeur automatique d'échantillons et placés sur son portoir, prêts à être automatiquement dilués. Grâce à cette méthode, le transfert de l'aliquote et la dilution ne sont plus nécessaires dans le laboratoire, ce qui élimine toute manipulation inutile de l'échantillon. De plus, les échantillons nécessitant plusieurs dilutions, qu'elles soient prescrites ou réactives, n'utilisent qu'un seul flacon. Ce processus efficace de manipulation de l'échantillon contribue à la réduction du temps d'analyse d'un échantillon, des risques de contamination de l'échantillon et d'erreurs, ainsi que du coût par échantillon associés à l'ADS 2. La simplification des tâches manuelles chronophages et répétitives au sein du laboratoire permet également de limiter la fatigue physique du personnel.

En éliminant des étapes de dilution manuelles, l'ADS 2 augmente la productivité, réduit la consommation d'énergie, et limite les déchets de réactifs et de consommables plastiques tels que les embouts-pipettes, les flacons à échantillon et les gants. L'ensemble de ces facteurs contribuent à la réduction du coût et de l'impact environnemental de l'analyse, permettant ainsi aux laboratoires d'adopter une approche plus durable.



Figure 14. Le retrait d'étapes de dilution de l'échantillon manuelles peut aider à réduire les déchets plastiques.

Résolution des anomalies et maintenance

L'intégration de l'ADS 2 aux logiciels de commande des instruments ICP Expert et ICP-MS MassHunter fournit un contrôle total sur les accessoires, le suivi de l'état de l'instrument et le suivi de maintenance, ainsi que des capacités de résolution des anomalies améliorées.

Un schéma interactif du circuit illustrant le mouvement des solutions vecteurs, d'échantillon, de rinçage, de diluant et d'étalon interne dans le système d'autodilution en temps réel est intégré au logiciel de commande de l'instrument ICP (figure 15). Le circuit indique l'emplacement des solutions à chaque étape de l'analyse. Par conséquent, en cas de bouchage, ce schéma peut faciliter l'identification de l'endroit où la solution devrait circuler ainsi que l'emplacement d'un bouchage potentiel, ce qui facilite la résolution des anomalies.

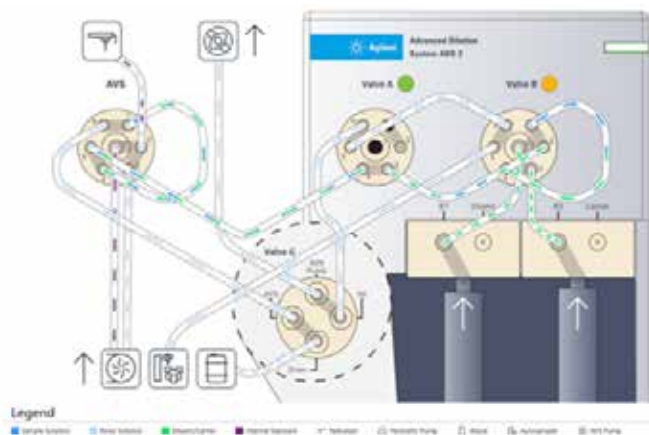


Figure 15. Schéma interactif du circuit illustrant le mouvement de plusieurs solutions dans le système d'autodilution vers le système d'introduction des échantillons de l'instrument.

Le suivi des délais de l'AVS/ADS peut également être utilisé pour la résolution des anomalies. Par exemple, s'il y a une fuite dans les tuyaux, que le volume de diluant est faible ou que le flacon de diluant est vide, le suivi des délais indiquera visuellement le problème. La trace du signal peut ensuite être comparée à une bibliothèque de traces indiquant des causes fréquentes des problèmes de signal fournie par le centre d'aide et d'apprentissage.

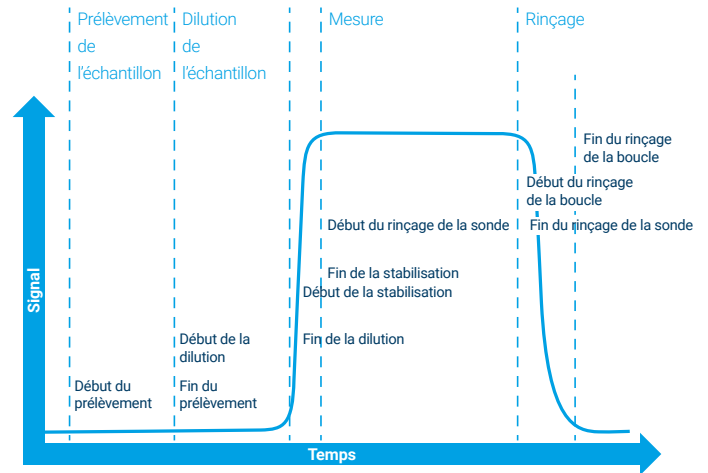


Figure 16. Le logiciel comprend des fonctions automatisées permettant de déterminer les paramètres optimaux de la méthode en fonction de la longueur des tuyaux et de la taille de la boucle d'échantillonnage saisies. Ces fonctions peuvent également surveiller le signal de la mesure afin de fournir des informations permettant d'ajuster les paramètres de la méthode ou de faciliter la résolution des anomalies.

Informations relatives à la maintenance prévisionnelle (EMF)

Les informations relatives à la maintenance prévisionnelle (Early Maintenance Feedback, EMF) suivent les composants de l'instrument à ICP, de l'AVS et de l'ADS 2, et alertent l'opérateur lorsqu'une maintenance est nécessaire. Le code couleur du type feu tricolore des compteurs d'EMF indique quelles activités de maintenance doivent être effectuées immédiatement (rouge), les activités imminentes (ambré), ainsi que celles qui peuvent attendre (vert), comme l'indique la figure 17. Les paramètres par défaut des compteurs sont utiles pour les applications les plus générales, mais les utilisateurs peuvent définir les limites pour les compteurs afin de répondre à leurs besoins spécifiques. L'EMF réduit les temps d'indisponibilité et les coûts de réparation en programmant l'entretien courant des composants en fonction de leur utilisation réelle et non d'intervalles de temps prédéfinis.

Tout comme l'ADS 2 actionne uniquement les seringues et les vannes de commutation lorsqu'une dilution est effectuée, le suivi de l'EMF garantit que les maintenances sont uniquement réalisées lorsqu'elles sont nécessaires et non en fonction du temps écoulé.

Le journal de maintenance intégré à la fonction EMF enregistre l'historique de maintenance du matériel sous forme numérique afin de pouvoir facilement déterminer si l'instrument a été suffisamment entretenu.

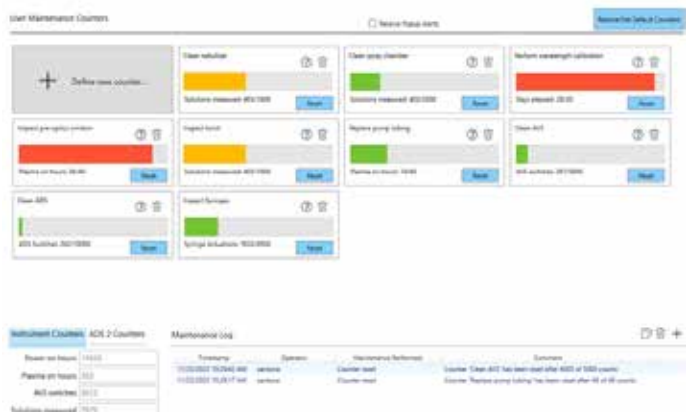


Figure 17. Exemple d'une capture d'écran de la fonction EMF indiquant les compteurs de maintenance d'un ICP-OES, un AVS et un ADS 2 Agilent.

Centre d'aide et d'apprentissage

Pour aider les analystes à développer de bonnes pratiques lorsqu'ils utilisent l'ADS 2, le centre d'aide et d'apprentissage fournit des guides pratiques ainsi que des vidéos détaillées sur le fonctionnement, la maintenance et la résolution des anomalies de l'accessoire. Les logiciels ICP Expert et ICP-MS MassHunter comprennent tous les deux un bouton d'accès rapide au centre d'aide et d'apprentissage situé dans le coin supérieur droit de l'écran du logiciel de l'instrument.

Spécifications

Gamme de dilution	2 à 400x
Exactitude de la pompe à seringue	± 1 % à une course de 100 %
Précision de la pompe à seringue	≤ 0,05 % à une course de 100 %
Dimensions	Hauteur 37,9 cm (15 pouces) Largeur 15,8 cm (6,2 pouces) Profondeur 31,3 cm (12,3 pouces)
Poids	7,9 kg (17,4 livres)
Altitude	Jusqu'à 2 000 m
Compatibilité	ICP-OES Agilent 5900, 5800, 5110 ICP-MS Agilent 8900, 7900, 7850, 7800
Passeur automatique d'échantillons	Passeurs automatiques d'échantillons Agilent SPS 4, SPS 6 ou autre passeur automatique d'échantillons pris en charge par le logiciel de l'instrument
Logiciels	Requiert la version 5.3 ou une version ultérieure du logiciel MassHunter pour l'ICP-MS Requiert la version 7.7 ou une version ultérieure du logiciel ICP Expert pour l'ICP-OES

explore.agilent.com/icp-automation

DE07677911

Ces informations peuvent être modifiées sans préavis.

© Agilent Technologies, Inc. 2024-2025
Imprimé aux États-Unis, le 12 décembre 2025
5994-7211FR



Figure 18. Les procédures d'installation, de fonctionnement, de maintenance et de résolution des anomalies de l'ADS 2 dans les pages du logiciel du centre d'aide et d'apprentissage intégré des logiciels ICP Expert et ICP-MS MassHunter.

Plus d'informations

- McCarthy, D., Automatisation du workflow pour l'analyse des sols par ICP-OES, numéro de publication Agilent [5994-7203FR](#)
- Bradford, R., Détermination de plusieurs éléments dans des sels de lithium au moyen de l'autodilution avec l'ICP-OES, numéro de publication Agilent [5994-7179FR](#)
- Zou, A. ; Yamanaka, M., Analyse intelligente des eaux usées à l'aide d'un ICP-MS Agilent avec diluteur automatique intégré numéro de publication Agilent [5994-7113FR](#)
- Yamashita, R., Analyse automatisée d'échantillons environnementaux à matrice peu chargée ou chargée avec une seule méthode ICP-MS, numéro de publication Agilent [5994-7114FR](#)
- Riles, P., Analyse productive d'échantillons à matrice chargée à l'aide de l'ICP-spectrométrie de masse avec l'Advanced Dilution System, numéro de publication Agilent [5994-7232FR](#)