

Note technique

Vérification de la qualité et veille technologique sur les filtres utilisés pour la mesure des métaux dans les PM₁₀

Janvier 2026



Groupement d'intérêt scientifique



«L'expertise au service de la qualité de l'air»



Travaux réalisés par
IMT Nord Europe
dans le cadre du

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air

VÉRIFICATION DE LA QUALITÉ ET VEILLE TECHNOLOGIQUE SUR LES FILTRES UTILISÉS POUR LA MESURE DES MÉTAUX DANS LES PM₁₀

Laurent Alleman - LCSQA - IMT Nord Europe

Vérification : Sabine Crunaire – IMT Nord Europe

Approbation : Nadine Locoge – IMT Nord Europe, le 30/01/2026

Liste des personnes ayant participé à l'étude

Bruno Malet et Gaëlle Kusnierek – IMT Nord Europe



Table des matières

1	CONTEXTE	9
2	INTRODUCTION	9
3	TRANSMISSION DES CONNAISSANCES	10
4	FOURNITURE DES FILTRES VIERGES	11
4.1	Procédure de contrôle des filtres	11
4.2	Contrôle des filtres en fibre de quartz	11
5	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	14
6	RÉFÉRENCES	14



Résumé

Comme chaque année, le LCSQA-IMT Nord Europe assure un rôle de conseil, de transfert de compétence et d'expertise vers les AASQA, soit directement ou par l'intermédiaire de groupes de travail dans le domaine de la mesure des polluants métalliques dans les particules atmosphériques. En 2025, ce travail inclut l'analyse de filtres vierges en fibre de quartz précommandés par les AASQA et achetés en lots par SynAir'GIE. Cette année, un échantillon représentatif d'un nouveau lot de 3000 filtres en fibre de quartz QMA Whatman GE, a été contrôlé et caractérisé chimiquement vis à vis des teneurs en métaux et métalloïdes. Le lot testé a pu être validé car les teneurs des 4 métaux réglementés mesurés sur les filtres vierges testés étaient du même niveau que les lots des années précédentes. Les filtres de différents lots représentant un total de 1025 filtres quartz ont ensuite été envoyés à 5 AASQA selon leurs besoins tout au long de l'année 2025.



Abstract

As every year, LCSQA-IMT Nord Europe provides advisory support, knowledge transfer, and technical expertise to the AASQA, either directly or through dedicated working groups, in the field of measurement of metallic pollutants in atmospheric particulate matter. In 2025, this work includes the analysis of blank quartz fibre filters pre-ordered by the AASQA and purchased in batches by SynAir'GIE. This year, a representative sample from a new batch of 3,000 QMA Whatman GE quartz fibre filters was tested and chemically characterised with respect to metal and metalloid contents. The tested batch was validated, as the concentrations of the four regulated metals measured in the analysed blank filters were comparable to those observed in batches from previous years. A total of 1025 filters were then sent to 5 AASQA according to their needs throughout the year.



Remerciements et collaborations

L'activité du LCSQA-IMT NE nécessite des échanges réguliers avec l'ensemble des AASQA et une bonne collaboration avec Syn'AirGIE pour répondre au plus vite aux demandes des AASQA.

1 Contexte

Depuis 2007, une surveillance est effectuée par l'ensemble des AASQA de façon continue ou ponctuelle, pour les métaux réglementés suivants : Pb, As, Cd et Ni dans les PM₁₀ en accord avec la Directive (UE) 2024/2881 du 23 octobre 2024 qui remplace les directives 2004/107/CE et 2008/50/CE et établit un cadre révisé pour la qualité de l'air ambiant et la protection de la santé humaine dans l'Union européenne.

Les objectifs de l'IMT Nord Europe, au sein du LCSQA, sont :

- d'assurer un rôle de conseil et de transfert de connaissances auprès des AASQA concernant l'analyse des métaux dans l'air ambiant notamment au travers de GT, GU et CS ;
- de procéder à des analyses et des études permettant de garantir la qualité des résultats ;
- de participer activement aux travaux de normalisation français (AFNOR X43D) et européens (WG14, WG20, WG44) ;
- de réaliser une veille technologique sur les nouvelles méthodes de prélèvement et d'analyse susceptibles d'optimiser les coûts et de faciliter l'acquisition de données, tout en respectant les objectifs de qualité des directives ;
- de participer à la valorisation (communications, publications) des activités de surveillance et des études menées en collaboration avec les AASQA.

2 Introduction

Dans le cadre de sa politique de surveillance de la qualité de l'air, l'Union Européenne prévoit la surveillance de polluants particuliers (Directives 2008/50/CE et 2004/107/CE modifiées par la Directive 2015/1480/CE, ainsi que l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant puis dans la nouvelle directive 2024/2881). La quatrième Directive fille de 2004 a rendu obligatoire la mesure des métaux As, Cd et Ni venant s'ajouter à celle du Pb dans les particules PM₁₀ en suspension dans l'air ambiant. Cette mesure doit être réalisée suivant la méthode de référence NF EN 14902 (2005) ou suivant une méthode démontrée équivalente.

Sur le territoire français, la mesure des métaux dans les particules PM₁₀ est réalisée par l'ensemble des AASQA, lors de prélèvements en continu ou ponctuels, dans le cadre de la surveillance réglementaire.

Dans ce contexte, le rôle du LCSQA-IMT Nord Europe inclut à la fois du développement métrologique (test de nouveaux supports de prélèvement ou d'instrument d'analyse et mise au point de méthodes de mesures), des travaux visant à assurer l'homogénéité et la justesse des mesures réalisées par les AASQA (conseils à l'AASQA, test et/ou distribution de filtres vierges en fibre de quartz, élaboration de filtres de tests impactés de PM₁₀, campagnes de comparaison inter-laboratoires tous les trois ans) mais aussi de la veille technologique (méthodologies et instrumentations tel que la mesure des métaux par analyseur automatique utilisant la fluorescence X), de la réflexion sur la stratégie de prélèvement et de la valorisation des mesures, notamment dans le cadre de l'observatoire CARA.

En 2025, les travaux réalisés dans le cadre du LCSQA ont porté sur les actions suivantes :

- La transmission de connaissances techniques auprès des AASQA et des laboratoires associés au travers d'échanges (échanges par email, téléphone).
- La validation de filtres vierges en fibre de quartz fournis par SynAir'GIE. Les filtres ont été achetés par lots et leurs caractéristiques chimiques ont été contrôlées pour chaque lot sur un

sous-échantillon de 10 filtres vierges. En 2025, 1 lot de filtres en fibre de quartz (QMA Whatman GE - 3000 filtres) a été validé et des filtres provenant d'un lot (QMA Whatman GE) et d'un lot QAT-UP Pall) validés les années précédentes ont été transmis auprès de 5 AASQA.

- La participation lorsque nécessaire, aux CS « Anticipation » et « Observatoires nationaux » ainsi qu'aux GT « Stratégie BC » et « PUF ».

3 Transmission des connaissances

Depuis 1999, grâce à des collaborations avec les AASQA, aux travaux menés dans le cadre de programmes de recherche (ANR, ADEME, PRIMEQUAL, ANSES ...), à la participation aux groupes de travail européens sur les normes NF EN 14902 et EN 15841 ou AFNOR (NF X43-014) ainsi qu'aux essais européens de comparaison inter-laboratoires (EMEP, JRC, IRMM, NILU, NRC, RI-URBANS, ACTRIS), le LCSQA-IMT Nord Europe a acquis une expérience théorique et pratique de la mesure des métaux dans les particules atmosphériques en suspension dans l'air ambiant et les dépôts atmosphériques. De ce fait, une partie du travail consiste à transférer cette expertise vers les AASQA. Cet échange se fait :

- de façon personnalisée, à travers des contacts téléphoniques et des échanges de courriels avec les AASQA et leurs laboratoires prestataires, tant pour les mesures sur les aérosols que sur les dépôts atmosphériques, incluant notamment la problématique de la gestion des blancs de filtre.
- par une aide aux AASQA pour la sélection de laboratoires d'analyse. Un questionnaire et une procédure ont été rédigés à cet effet (rapport métaux LCSQA, annexe 2, 2009). La fourniture d'un kit de test (filtres, matériau de référence certifié) peut être envoyé au laboratoire candidat et les résultats d'analyse sont ensuite évalués par nos soins.
- de façon plus générale, par la rédaction et l'implémentation du Guide méthodologique pour la surveillance de l'As, du Cd, du Ni et du Pb dans l'air ambiant et dans les dépôts atmosphériques (dernière version 2021).
- par le transfert d'expertise dans le cadre des travaux du groupe de travail sur les incertitudes (concernant les métaux), du groupe de travail sur la caractérisation des PM (GT « Stratégie BC » et « PUF »), de groupe utilisateur (GU « Fluo X ») et des Commissions de Suivi (CS « Suivi technique des AASQA » et CS « Anticipation »).
- en participant aux groupes de travail français et européens sur la normalisation de la mesure des métaux dans l'air ambiant (WG14 : NF EN 14902) ou les retombées atmosphériques (GT X43D : X43-014, WG 20 : EN 15841) et sur la normalisation des méthodes d'évaluation des sources de PM (WG44 : Source apportement).
- par la valorisation et la diffusion des travaux du LCSQA-IMT Nord Europe au travers de communications scientifiques : une publication issue des essais de terrains pour la norme EN 15841 est parue en 2010 dans Journal of Environmental Monitoring (Aas et al., 2010). Les résultats de la comparaison inter-laboratoires menée par le JRC sur les métaux réglementés dans l'air ambiant ont été publiés en 2011 dans Atmospheric Environment (Gerboles et al., 2011). Les travaux sur les échantillons prélevés sur différents sites de l'observatoire CARA ont donné lieu à des publications sur l'identification des sources de PM₁₀ dans les régions Hauts-de-France (Waked et al., 2014 ; Belis et al., 2019), Auvergne-Rhône Alpes (Srivastava et al., 2018) ou ailleurs en France (Weber et al., 2019 ; Favez et al., 2021 ; Upadhyay et al., 2025 ; Dubois et al., 2025).

4 Fourniture des filtres vierges

Les particules PM₁₀, réglementées au niveau européen, sont prélevées sur filtres avant d'être transportées au laboratoire pour l'analyse des métaux. La qualité des filtres vierges est donc un facteur important de la méthode de mesure car les teneurs en métaux cibles inclus dans leurs matrices en quartz peuvent générer un biais lors de l'analyse. Ce problème est particulièrement significatif pour le nickel, élément pour lequel les teneurs apportées par les médias filtrants peuvent parfois être du même ordre de grandeur que les teneurs dans les PM₁₀ prélevées dans l'air ambiant (sites ruraux ou périurbains). Le rôle du LCSQA-IMT Nord Europe dans le choix des filtres s'articule autour de deux actions : (1) le contrôle et la validation de filtres en fibre de quartz fournis aux AASQA ; (2) une veille auprès des différents fournisseurs concernant le type et la qualité des filtres disponibles sur le marché.

4.1 Procédure de contrôle des filtres

En prenant pour hypothèse (vérifiée jusqu'à présent) que la qualité des filtres est relativement homogène dans un même lot de fabrication, un contrôle des teneurs en métaux de chaque nouveau lot de fabrication est réalisé avant leur utilisation par les AASQA.

Ce contrôle est effectué en prélevant aléatoirement dix filtres vierges d'un même numéro de lot qui sont préparés et analysés suivant les préconisations de la norme NF EN 14902 pour l'analyse des métaux dans les PM₁₀ à savoir : solubilisation par minéralisation au four micro-ondes à 220°C pendant 20 mn en milieu acide HNO₃/H₂O₂ (3/1 en volume) puis analyse après dilution des métaux réglementés (As, Cd, Ni, Pb) par ICP-MS avec cellule de collision (gaz He) et/ou de réaction (gaz H₂).

4.2 Contrôle des filtres en fibre de quartz

Depuis de nombreuses années, l'IMT Nord Europe assure, dans le cadre du LCSQA, l'estimation du niveau de blanc des filtres en fibre de quartz de 47 mm utilisés pour la mesure des métaux réglementés. Jusqu'en 2018, ces filtres étaient financés par le LCSQA, puis en 2019, du fait des restrictions budgétaires, les AASQA ont acheté elles-mêmes les filtres pour leur consommation propre et envoyé un lot de 10 filtres vierges à tester par le LCSQA-IMT NE avant de les mettre en circulation dans leur région.

Cette solution s'est avérée au global plus onéreuse car la quantité de filtres achetés par chaque AASQA est faible et cela démultiplie les analyses avec des délais également rallongés. Par ailleurs, cette procédure ne permettait plus d'avoir une homogénéité des supports sur l'ensemble de la France, indispensable pour les métaux à faibles teneurs dans l'air.

Depuis 2020, SynAir'GIE propose aux AASQA de procéder à un achat groupé de ces filtres (Whatman GE ou Pall) dont elles ont besoin auprès de fournisseurs dans le cadre de son activité « achats groupés » mais hors marchés publics (après appel de fonds auprès des AASQA partenaires). Les lots de filtres achetés en 2024 et 2025 par SynAir'GIE ont été analysés et validés à partir d'un échantillon aléatoire de 10 filtres pour chacun des lots par le LCSQA-IMT Nord Europe (moyenne des blancs et calculs de limite de détection/quantification). Un total de 1025 filtres issus des lots ainsi validés ont ensuite été envoyés tout au long de l'année 2025 par le LCSQA-IMT Nord Europe

et facturés par SynAir’GIE aux AASQA qui les ont commandés. A noter que toutes les AASQA ne suivent pas cette procédure, quelques-unes continuant d’acheter leurs filtres indépendamment.

Les filtres en quartz sont à utiliser uniquement pour des prélèvements hebdomadaires afin de limiter les problèmes de contamination (valeur de blanc non négligeable pour le Ni notamment, issu de la matrice quartz, voir données dans les tableaux ci-après). Ils peuvent être conservés sur plusieurs années tant qu’ils sont tenus parfaitement à l’abri de la poussière. En cas de doute ou de mesure de blancs non probant, il est préférable de recommander un nouveau lot de filtres auprès de SynAir’GIE et du LCSQA – IMT Nord Europe.

En 2025, nous avons validé les filtres en quartz de 47 mm de diamètre de la marque Whatman GE (1 lot de fabrication QMA). Un lot de fabrication de la marque Whatman GE (QMA) et un lot Pallflex (QAT-UP) testés en 2024 sont aussi reportés car également distribués au cours de l’année 2025.

Les teneurs moyennes des 4 éléments ciblés sont reportées par numéro de lot dans les tableaux 1 à 3.

Tableau 1 : Filtres vierges en fibre de quartz Whatman QMA - lot 18226283

	As	Cd	Ni	Pb
Teneur (ng/filtre)	0,16	0,05	40,1	11,2
LD_{tech.} (ng/filtre)	0,08	0,02	0,4	0,3
LD_{méth.} (ng/filtre)	0,35	0,25	10,0	5,3

Tableau 2 : Filtres vierges en fibre de quartz Whatman QMA - lot 17517313

	As	Cd	Ni	Pb
Teneur (ng/filtre)	<LD _{tech}	0,05	20,2	3,9
LD_{tech.} (ng/filtre)	0,07	0,03	0,3	0,1
LD_{méth.} (ng/filtre)	0,06	0,23	24,7	1,1

Tableau 3 : Filtres vierges en fibre de quartz Pall QAT-UP - lot 22063

	As	Cd	Ni	Pb
Teneur (ng/filtre)	<LD _{tech}	<LD _{tech}	23,8	1,3
LD_{tech.} (ng/filtre)	0,07	0,02	0,5	0,2
LD_{méth.} (ng/filtre)	0,03	0,01	19,9	0,5

Les analyses en V, Cu, Mn, Co, Cr, Zn Sb, Se, Sn et Tl ont également été effectuées sur ces lots de filtres mais ne sont données qu’à titre indicatif (Tableaux 4 à 6) car cela concerne des éléments non réglementés dans l’air ambiant. En effet, la méthode utilisée (NF EN 14902 : 2005 avec mélange HNO₃/H₂O₂) n’a pas été validée au niveau européen pour ces éléments, notamment dans le cas du Cr (taux de récupération trop faible < 70% et blancs parfois élevés par rapport aux concentrations

dans les PM₁₀). Des travaux précédents du LCSQA-IMT Nord Europe (rapport LCSQA, 2014) ont toutefois montré qu'à l'exception du Cr, ces éléments étaient mesurables selon la même procédure et l'application de la norme EN 14902 permettait d'obtenir des critères de qualité comparables aux métaux réglementés.

Tableau 4 : Filtres vierges en fibre de quartz Whatman QMA - lot 18226283

	V	Cu	Mn	Co	Cr	Zn	Sb	Se	Sn	Tl
Teneur (ng/filtre)	0,5	5,8	13,6	0,7	104,1	283	4,1	1,04	2,3	0,01
LD_{tech.} (ng/filtre)	0,10	0,79	0,3	0,06	0,5	11,7	0,4	0,9	0,3	0,007
LD_{méth.} (ng/filtre)	0,9	6,6	39,0	0,9	72,3	551	1,0	0,93	0,5	0,007

Tableau 5 : Filtres vierges en fibre de quartz Whatman QMA - lot 17517313

	V	Cu	Mn	Co	Cr	Zn	Sb	Se	Sn	Tl
Teneur (ng/filtre)	0,5	3,9	19,1	0,7	64,8	110,7	0,8	<LD _{tech}	28,9	<LD _{tech}
LD_{tech.} (ng/filtre)	0,04	0,14	0,2	0,02	0,3	1,1	0,2	0,9	0,4	0,039
LD_{méth.} (ng/filtre)	0,2	1,2	5,1	0,2	27,7	237,2	1,4	0,8	4,7	0,034

Tableau 6 : Filtres vierges en fibre de quartz Pall QAT-UP - lot 22063

	V	Cu	Mn	Co	Cr	Zn	Sb	Se	Sn	Tl
Teneur (ng/filtre)	<LD _{tech}	3,0	3,6	0,9	129,2	45,2	11,2	<LD _{tech}	8,4	<LD _{tech}
LD_{tech.} (ng/filtre)	0,19	0,89	0,5	0,07	0,9	4,8	0,1	1,4	1,9	0,019
LD_{méth.} (ng/filtre)	0,1	2,9	3,0	0,8	139,7	63,5	2,2	0,6	7,4	0,008

Les limites de détection méthodologique (LD_{méth.}) et technique ou analytique (LD_{tech.}) sont calculées respectivement à partir de l'analyse d'une série de dix filtres vierges (incluant donc la procédure de minéralisation de ces filtres) et de dix blancs d'acide (incluant la variabilité analytique) suivant la formule générale : $LD = 3 \times \sigma$, avec σ l'écart-type calculé à partir de la moyenne des dix mesures de concentrations. La LD_{méth.} reflète surtout les variations des teneurs en élément contenu dans les filtres vierges.

Tableau 7 : Valeurs cibles/limites et seuils d'évaluation pour la protection de la santé humaine de la directive 2024/2881 et concentrations moyennes françaises (AASQA) dans l'air ambiant en site urbain de fond (2000 - 2005) exprimés en ng/filtre pour des prélèvements hebdomadaires (168 m³)

	As	Cd	Ni	Pb
Valeurs cibles/limites	1008	840	3360	84000
Seuils d'évaluation pour la protection de la santé	504	420	1680	42000
* Valeurs moyennes en France (ng/filtre)	118±67	67±34	538±218	3746±3360

* Rapport LCSQA. Prélèvement et analyse des métaux dans les particules en suspension dans l'air ambiant, 2007.

Dans le tableau 7, les valeurs cibles/limites pour la protection de la santé humaine de la nouvelle directive 2024/288 ont été multipliées par 168 (volume d'une semaine de prélèvement à 1 m³/h) pour être exprimées en ng/filtre plutôt qu'en ng/m³. Ces teneurs sont très inférieures (d'un facteur 10 à 100) au seuil d'évaluation pour la protection de la santé humaine ou aux teneurs moyennes urbaines françaises pour des prélèvements hebdomadaires. Elles sont toutefois plus variables et plus proches des valeurs moyennes mesurées en France en site urbain de fond dans le cas du Nickel, ce qui montre l'importance du respect des procédures de gestion et de stockage des filtres neufs.

5 Conclusions et perspectives

Les travaux réalisés en 2025 par le LCSQA-IMT Nord Europe ont porté sur la validation de filtres vierges en fibre de quartz achetés par SynAir'GIE dans le cadre de son activité « achats groupés » puis transmis aux AASQA, permettant une assurance qualité des filtres utilisés pour la surveillance des métaux réglementés sur tout le territoire. L'utilisation de la centrale d'achat de SynAir'GIE permet de simplifier la procédure, de réduire les coûts (prix de gros) et de maintenir l'assurance qualité rendue indispensable au vu des faibles teneurs en métaux actuellement mesurées dans l'air au niveau national. Un nouveau lot de filtre QAT-UP (Pallflex) a été testé et validé cette année car les teneurs pour les 4 métaux réglementés mesurés sur les filtres vierges étaient du même niveau que les lots des années précédentes. Deux lots de filtre QMA Whatman GE et QAT-UP Pall testés l'an dernier ont également été distribués. Cette année, 5 AASQA ont demandé et reçu des filtres validés.

6 Références

- Belis C.A., D. Pernigotti, G. Pirovano, O. Favez, J.L. Jaffrezzo, J. Kuenen, H. Denier van Der Gon, M. Reizer, V. Riffault, L.Y. Alleman, M. Almeida, F. Amato, A. Angyal, G. Argyropoulos, S. Bande, I. Beslic, J.-L. Besombes, M.C. Bove, P. Brotto, G. Calori, D. Cesari, C. Colombi, D. CONTINI, G. De Gennaro, A. Di Gilio, E. Diapouli, I. El Haddad, H. Elbern, K. Eleftheriadis, J. Ferreira, M. Garcia Vivanco, S. Gilardoni, B. Golly, S. Hellebust, P. K. Hopke, Y. Izadmanesh, H. Jorquera, K. Krajsek, R. Kranenburg, P. Lazzeri, F. Lenartz ae, F. Lucarelli, K. Maciejewska, A. Manders, M. Manousakas, M. Masiol, M. Mircea, D. Mooibroek, S. Nava, D. Oliveira, M. Paglione, M. Pandolfi, M. Perrone, E. Petralia, A. Pietrodangelo Aj, S. Pillon, P. Pokorna, P. Prati, D. Salameh, C. Samara, L. Samek al, D. Saraga t, S. Sauvage g, M.

- Schaap, F. Scotto, K. Sega, G. Siour, R. Tauler i, G. Valli, R. Vecchi, E. Venturini, M. Vestenius, A. Waked, E. Yubero, (2019). Evaluation of receptor and chemical transport models for PM10 source apportionment, *Atmospheric Environment X*; Vol 5, Janv. 2020.
- Favez, O., Weber, S., Petit, J.E., Alleman, L.Y., Albinet, A., Riffault, V., Chazeau, B., Amodeo, T., Salameh, D., Zhang, Y. et al. (2021). Overview of the French Operational Network for In Situ Observation of PM chemical composition and Sources in Urban Environments (CARA Program). *Atmosphere*, 12, 207. doi.org/10.3390/atmos12020207.
 - Weber S., D. Salameh, A. Albinet, L. Y. Alleman, A. Waked, J. L. Besombes, V. Jacob, G. Guillaud, B. Mesbah, B. Rocq, A. Hulin, M. Dominik-Segue, E. Chretien, J. L. Jaffrezo, O. Favez (2019). Comparison of PM10 Sources Profiles at 15 French Sites Using a Harmonized Constrained Positive Matrix Factorization Approach, *Atmosphere*, Vol 10, 310.
 - Srivastava D., S. Tomaz, O. Favez, G.-M. Lanzafame, B. Golly, J.-L. Besombes, L. Y. Alleman, J.-L. Jaffrezo, V. Jacob, E. Perraudin, E. Villenave and A. Albinet (2018). Speciation of organic fraction does matter for source apportionment. Part 1: a one-year campaign in Grenoble (France), *Science of the Total Environment*, Vol 624, pp 1598-1611, 15/05/2018.
 - Waked A., O. Favez, L. Y. Alleman, C. Piot, J.-E. Petit, T. Delaunay, E. Verlinden, B. Golly, J.-L. Besombes, J.-L. Jaffrezo, and E. Leoz-Garziandia (2014). Source apportionment of PM10 in a North-Western Europe regional urban background site (Lens, France) using Positive Matrix Factorization and including primary biogenic emissions, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 3325-3346.
 - Gerboles M., D. Buzica, R.J.C. Brown, R.E. Yardley, A. Hanus-Ilmar, M. Salfinger, B. Vallant, E. Adriaenssens, N. Claeys, E. Roekens, K. Sega, J. Jurasovi, S. Rychlik, E. Rabinak, G. Tanet, R. Passarella, V. Pedroni, V. Karlsson, L. Alleman, U. Pfeffer, D. Gladtko, A. Olschewski, B. O'Leary, M. O'Dwyer, D. Pockeviciute, J. Biel-Cwikowska, J. Tursic (2011). Interlaboratory comparison exercise for the determination of As, Cd, Ni and Pb in PM10 in Europe, *Atmospheric Environment*, 45, 3488-3499.
 - Aas W., L. Y. Alleman, E. Bieber, D. Gladtko, J.-L. Houdret, V. Karlsson, C. Monies (2009). Comparison of methods for measuring atmospheric deposition of arsenic, cadmium, nickel and lead, *Journal of Environmental Monitoring*, 11, 1276-1283.
 - Rapport LCSQA (2007). Prélèvement et analyse des métaux dans les particules en suspension dans l'air ambiant.
 - Rapport LCSQA (2009). Surveillance des métaux.
 - Guide méthodologique pour la surveillance de l'As, du Cd, du Ni et du Pb dans l'air ambiant et dans les dépôts atmosphériques (2021).
 - Rapport LCSQA (2014). Surveillance des métaux dans les particules en suspension.
 - Upadhyay A., Jiang J., Cheng Y., ..., Imad El-Haddad (2025). High-resolution modelling of particulate matter chemical composition over Europe: brake wear pollution, *Environment International*, doi: 10.1016/j.envint.2025.109615.
 - Dubois N., Foret G., Siour G., Uzu G., ..., Favez O., Beekmann M. (2025), Construction of copper, iron and manganese anthropogenic emission inventories for Europe, *Atmospheric Environment* 363, 121582, doi.org/10.1016/j.atmosenv.2025.121582

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est un groupement d'intérêt scientifique créé en 2005 et constitué des laboratoires de l'IMT Nord Europe, de l'Ineris et du LNE. Depuis 1991, ses équipes d'experts mènent des études et des recherches sur la qualité de l'air, en appui au ministère chargé de l'environnement, et en étroite collaboration avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Le LCSQA est désigné par le ministère pour assurer la coordination technique nationale du dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France. Il est également l'organisme de référence requis par les directives européennes et ses missions sont définies par l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.

L'objectif principal du LCSQA est ainsi de contribuer à l'amélioration continue du dispositif de surveillance en apportant un appui scientifique et technique au ministère et aux AASQA.

Ses travaux portent, d'une part, sur l'ensemble de la chaîne de surveillance : la qualité des mesures en air ambiant (du prélèvement à l'analyse), les inventaires d'émissions, la modélisation des concentrations et leur cartographie, la centralisation ainsi que le traitement et la mise à disposition des données, et d'autre part, sur les méthodes d'évaluation des plans d'actions. Cette action s'inscrit à la fois dans le cadre des réglementations nationales et européennes, et dans une démarche prospective visant à anticiper les besoins de la surveillance de demain.

Direction du LCSQA

Ineris - Parc technologique Alata 2 -
BP2 - F60550 Verneuil-en-Halatte
Tél : 03 44 55 69 16

www.lcsqa.org