

# ÉVALUATION DES PERFORMANCES D'UN NOUVEAU MONITEUR OPTIQUE RÉGLEMENTAIRE DE LA MASSE DES PARTICULES

J.V. Lavrič<sup>\*1</sup>, S. Toner<sup>2</sup>, F. Pedretti<sup>3</sup> et M. Genser<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acoem GmbH, 06120 Halle (Saale), Allemagne

<sup>2</sup>Met One Instruments Inc. (Acoem group), Grants Pass, OR 97526, Etats-Unis d'Amérique

<sup>3</sup>Acoem France, 69760 Limonest, France

\*Courriel de l'orateur : jost.lavric@acoem.com

## PERFORMANCE EVALUATION OF A NOVEL REGULATORY OPTICAL PARTICULATE MATTER MASS MONITOR

### RESUME

Cet article présente le développement et l'évaluation sur le terrain de l'OPX 1025, un nouveau moniteur optique de masse des particules (PM) conçu par Met One Instruments Inc. L'OPX 1025 utilise une technologie avancée de spectromètre optique à particules et l'algorithme dynamique RealPM, exclusif et corrigé en fonction du climat, pour fournir des mesures en temps réel et à haute fréquence des PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>10-2.5</sub>, ainsi que le nombre de particules et leur distribution granulométrique. Des essais sur le terrain menés sur quatre sites différents de l'EPA américaine ont évalué les performances de l'instrument dans diverses conditions environnementales difficiles, notamment des concentrations élevées de PM, une humidité variable, des fluctuations de température et des épisodes de fumée due à des incendies de forêt. Les résultats ont démontré une forte corrélation avec les échantillonneurs de référence réglementaires, confirmant la précision et la fiabilité de l'OPX 1025. Ces résultats soulignent que l'OPX 1025 est une solution prometteuse pour les applications réglementaires et de recherche dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air ambiant.

### ABSTRACT

This paper presents the development and field evaluation of the OPX 1025, a novel optical particulate matter (PM) mass monitor engineered by Met One Instruments Inc. The OPX 1025 utilizes advanced optical particle spectrometer technology and the proprietary climate-corrected dynamic mass algorithm RealPM algorithm to deliver high-frequency, real-time measurements of PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub>, and PM<sub>10-2.5</sub>, as well as particle counts and size distributions. Field trials conducted at four diverse U.S. EPA sites assessed the instrument's performance under a range of challenging environmental conditions, including high PM concentrations, variable humidity, temperature fluctuations, and wildfire smoke events. Results demonstrated strong correlation with regulatory reference samplers, confirming the OPX 1025's accuracy and reliability. These findings highlight the OPX 1025 as a promising solution for regulatory and research applications in ambient air quality monitoring.

**MOTS-CLES** : PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>, optique, FEM, carbone suie / **KEYWORDS** : PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>, optical, FEM, black carbon

## 1. INTRODUCTION

Met One Instruments Inc. (MOI) est, avec sa gamme de produits BAM, un leader mondial dans le domaine de la mesure réglementaire des particules depuis plus de 35 ans. Les analyseurs BAM sont utilisés par les agences environnementales, les installations industrielles et les chercheurs pour mesurer la concentration massique des particules en suspension dans l'air (PM), telles que les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2.5</sub>. Les instruments BAM s'appuient sur le principe de l'atténuation bêta pour mesurer la masse des particules, qui est robuste face à l'influence des conditions environnementales et largement reconnu pour sa grande précision. Ils sont donc souvent utilisés pour la conformité réglementaire (par exemple, la désignation FEM de l'EPA américaine). Alors que les analyseurs BAM ont longtemps été la norme en matière de surveillance réglementaire, un autre type de moniteurs de masse de particules, basé sur la technologie optique, a été introduit avec succès sur le marché réglementaire au cours de la dernière décennie. Ils présentent l'avantage de fournir des données en temps réel à une fréquence plus élevée, sans nécessiter de ruban filtrant consommable ni de sources radioactives. L'inconvénient est qu'étant basés sur une mesure indirecte (diffusion de la lumière), par opposition à la mesure directe de l'atténuation bêta, ils sont sensibles aux artefacts de mesure dans des conditions d'humidité élevée ou lors d'événements liés à la fumée (par exemple, Khan et al., 2024 ; Long et al., 2023).

Notre objectif était de concevoir un moniteur optique de masse de particules directement à partir des commentaires des clients afin d'obtenir des performances inégalées et de créer un instrument qui s'adapte à l'aérosol et à l'environnement, plutôt que d'adapter l'aérosol à l'instrument. Nous présentons ici les résultats des essais sur le terrain menés par l'EPA américaine avec notre nouveau moniteur optique de masse de particules OPX 1025 (Fig. 1).

## 2. DESCRIPTION DE L'OPX 1025

L'OPX 1025 aspire l'air ambiant à un débit constant de 16,67 LPM à travers une entrée PM<sub>10</sub> ou TSP et un réchauffeur intelligent pour le conditionnement de l'humidité/température. Il mesure en continu les PM (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>10-2.5</sub>), ainsi que le nombre de particules et les histogrammes de taille, à l'aide d'un spectromètre optique à particules doté d'une source lumineuse polychromatique avec 4 096 classes de taille brutes, combinées en 100 classes pour la conversion de masse. Il utilise l'algorithme propriétaire RealPM de conversion de masse en fonction de la taille/densité, qui tient automatiquement compte des facteurs environnementaux. Un flux d'air constant sur les optiques réduit les intervalles de nettoyage.



Figure 1. Installation sur site de l'OPX 1025

## 3. ESSAIS SUR LE TERRAIN DE L'OPX 1025

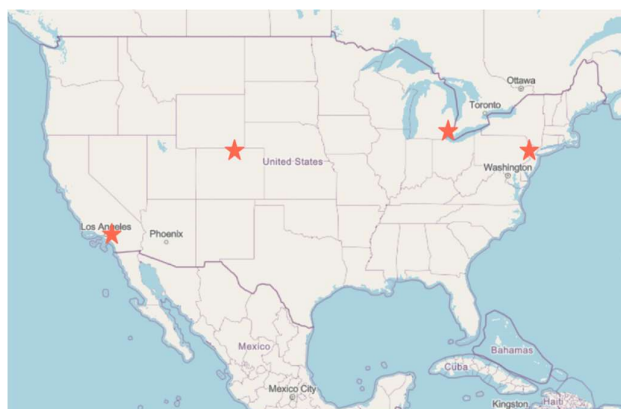


Figure 2. Emplacements des essais sur le terrain menés par l'EPA américaine.

L'OPX 1025 a été installé pour les essais sur le terrain de l'EPA américaine sur quatre sites aux États-Unis (Fig. 2, Tableau 1). L'objectif est de tester les performances de l'appareil évalué dans diverses conditions environnementales, notamment des concentrations relativement élevées de PM<sub>2.5</sub>, de sulfates, de nitrates et de polluants organiques semi-volatils, un temps froid, une altitude élevée, des vents, de la poussière, des variations de température importantes et une humidité relative élevée. L'OPX 1025 a été installé en triple exemplaire à côté d'échantillonneurs FRM, mais nous avons également inclus nos moniteurs de PM à atténuation bêta BAM 1020/1022 et le moniteur portable de carbone suie BC 1060.

Tableau 1. Emplacements des essais sur le terrain OPX 1025 de l'EPA américaine

| Localité<br>(tous EUA) | Période      | Défi environnemental majeur                           |
|------------------------|--------------|---|
| Mira Loma, California  | Été<br>Hiver | PM <sub>2.5</sub> & Semi-Volatils élevés              |
| Fort Collins, Colorado | Hiver        | Vitesse élevée du vent                                |
| Dearborn, Michigan     | Hiver        | Variabilité importante de la température              |
| Elizabeth, New Jersey  | Été          | Grande variabilité de l'humidité relative (30 à 90 %) |

## 4. RÉSULTATS

Sur tous les sites, par rapport à l'échantillonneur FRM installé au même endroit, le graphique de corrélation pour l'OPX 1025 est resté bien dans les limites requises pour la pente et l'ordonnée à l'origine. Sur le site de Mira Loma, en Californie, nous avons également prélevé des échantillons pendant un certain temps lors des incendies de forêts de septembre 2024 et janvier-février 2025 (fig. 3).

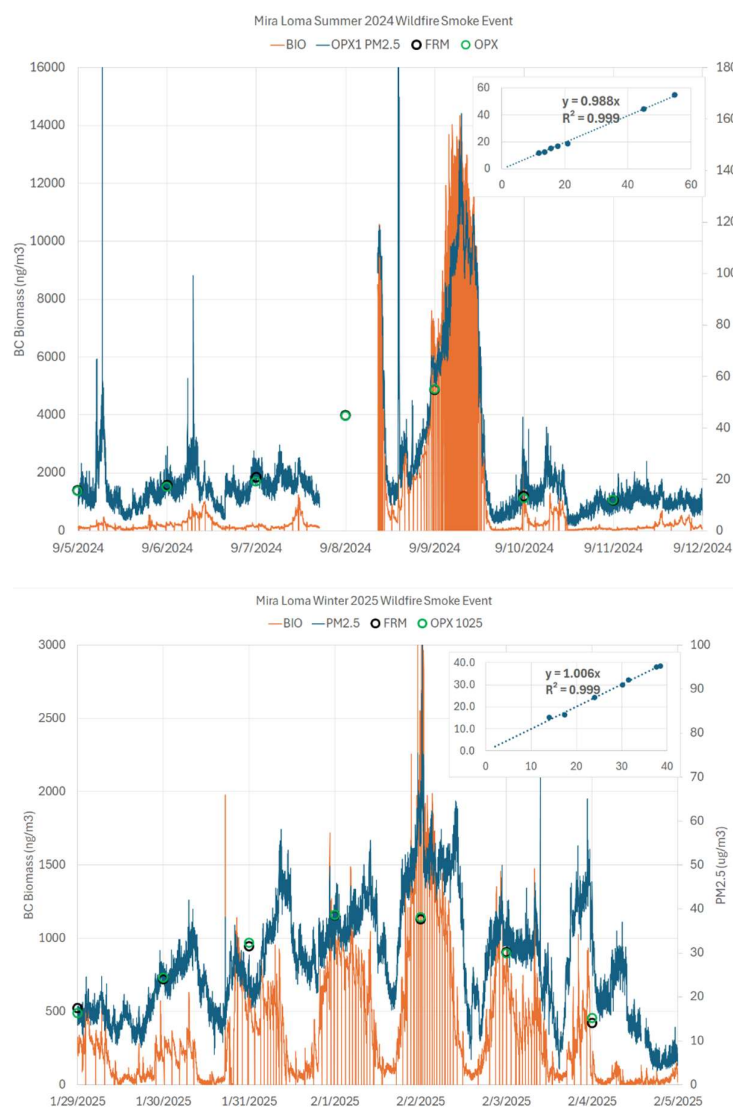


Figure 3. Exemples de mesures effectuées à Mira Loma, en Californie, pendant les incendies de forêt en septembre 2024 (graphique supérieur) et en janvier-février 2025 (graphique inférieur), montrant une excellente corrélation entre l'OPX et le FRM, même pendant les incendies de forêt. Le BIO correspond à la valeur calculée du BC (370 nm) – BC (880 nm) en (ng/m³).

## 5. CONCLUSIONS

Grâce à l'algorithme dynamique de masse corrigé en fonction du climat RealPM, l'OPX 1025 effectue des mesures avec une grande précision dans divers environnements, y compris dans des conditions de concentrations de particules variables et de feux de forêt/fumée de bois. La certification EPA américaine pour les particules PM2,5, PM10 et PM10-2,5 est en cours, et d'autres certifications sont en cours d'obtention. Ces résultats mettent en évidence l'OPX 1025 comme une solution prometteuse pour les applications réglementaires et de recherche dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Khan, T. R., Emerson, Z. I. and Mentz, K. H. (2024) *Atmosphere* 2024, 15, 978.

Long, R. W., Urbanski, S. P., Lincoln, E., Colón, M., Kaushik, S., Krug, J. D., Vanderpool, R. W. and Landis, M. S. (2023) *JAirWasteManagAssoc.* 2023 April ; 73(4): 295–312.