

IDENTIFICATION D'AEROSOLS EN TEMPS RÉEL : UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE 4 EN 1

E. Niederberger¹, C. Charriaud^{*1}, E. Graf¹, P. Burch¹, R. Abt¹, A. Schwendimann¹

¹Swisens AG, Meierhofstrasse 5a, 6032 Emmen, Suisse

² Federal Institute of Metrology METAS, Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern, Suisse

^{*}Courriel de l'orateur : cyril.charriaud@swisens.ch

TITLE

A novel 4-in-1 airflow cytometer for real-time identification of single aerosol particles

RESUME

Nous présentons un système d'identification innovant combinant plusieurs méthodes de mesure physiques et permettant la caractérisation individuelle de particules aéropartées en temps réel. Le SwisensPoleno Jupiter est un cytomètre à air prenant quatre types de mesure pour chaque particule : 1. la lumière diffusée (*light scattering*), 2. l'imagerie par holographie numérique en ligne, 3. la spectroscopie de fluorescence (y compris la mesure du temps de vie) et 4. la polarisation. Ces mesures sont ensuite traitées par de puissants algorithmes d'intelligence artificielle permettant ainsi l'identification individuelle de chaque particule. L'identification en temps réel permet la surveillance automatique de milliers de particules dans des mélanges complexes d'aérosols et l'étude de processus dynamiques tels que les émissions d'aérosols et l'influence de paramètres environnementaux sur ces derniers (p. ex. changement de température, d'humidité, etc.).

Le SwisensPoleno Jupiter détecte et mesure les particules dans un intervalle de taille de 0,5 à 300 µm. Pour les particules de taille supérieure à 5 µm, une imagerie holographique à 0,6 µm de résolution par pixel est effectuée. Les particules de moins de 5 µm de diamètre sont caractérisées uniquement grâce à la mesure de diffusion de la lumière. En plus de caractéristiques morphologiques et optiques, la fluorescence de chaque particule est mesurée (fluorescence induite par 3 sources laser et mesurée par 5 détecteurs) fournissant des informations sur sa composition chimique. Chaque particule est en suite identifiée par un algorithme de classification utilisant l'intelligence artificielle sur la base desdites mesures.

Ce système offre une caractérisation automatisée et précise des particules, ouvrant de nouvelles perspectives pour les applications industrielles où des méthodes manuelles longues et fastidieuses étaient auparavant nécessaires. Ainsi, le SwisensPoleno Jupiter a déjà fait ses preuves dans différents cas d'application. Par exemple, cet appareil équipe le réseau suisse de mesure automatique du pollen (Crouzy, 2025). Il est également capable de détecter et identifier les spores fongiques (Erb, 2024) ainsi que les microplastiques (Beres, 2025). Etant donné sa qualité unique de mesure composée (morphologie et composition) pour chaque particule, de nouvelles applications restent à découvrir.

Crouzy, B., Meurville, M. P., Clot, B., Erb, S., Lbadaoui-Darvas, M., Tummon, F., & Lieberherr, G. (2025). Operational pollen classification using digital holography and fluorescence. *Aerobiologia*, 1-6.

Erb, S., Berne, A., Burgdorfer, N., Clot, B., Graber, M. J., Lieberherr, G., ... & Crouzy, B. (2024). Automatic real-time monitoring of fungal spores: the case of *Alternaria* spp. *Aerobiologia*, 40(1), 123-127.

Beres, N. D., Burkart, J., Graf, E., Zeder, Y., Dailey, L. A., & Weinzierl, B. (2024). Merging holography, fluorescence, and machine learning for in situ continuous characterization and classification of airborne microplastics. *Atmospheric Measurement Techniques*, 17(23), 6945-6964.

ABSTRACT

We present an innovative measurement instrument combining several physical methods and allowing the characterisation of single airborne particles in real-time. The SwisensPoleno Jupiter is an airflow cytometer taking four different types of measurements for each single particle: 1. scattered light, 2. numerical inline holography, 3. fluorescence spectroscopy and 4. polarisation. These measurements are then processed by powerful artificial intelligence algorithms leading to single particle identification. Real-time particle identification allows to monitor automatically thousands of particles in complex aerosol mixtures and to study dynamic processes such as aerosol emissions and the influence of environmental parameters on the latter (e.g., change in temperature, humidity, etc.).

The SwisensPoleno Jupiter detects and measures particles in the size range from 0.5 to 300 μm . Particles larger than 5 μm are imaged through holography with a resolution of 0.6 μm per pixel while particles smaller than 5 μm are characterised only by light scattering. In addition to morphological and optical measurements, light induced fluorescence is also measured for each particle (fluorescence induced by 3 laser sources and measure over 5 detectors) providing information on its chemical composition. Each particle is then identified by a classification algorithm based on artificial intelligence relying on the set of measurements.

This system offers an automatic and precise characterisation of single particles, opening new perspectives for industrial applications where manual slow and tedious methods were until now necessary. Thus, the SwisensPoleno Jupiter has already proven to be efficient in various applications. For example, the Swiss operational pollen measurement network relies on this instrument (Crouzy, 2025). It is also able to detect and identify fungal spores (Erb, 2024) as well as microplastics (Beres, 2025). Given its unique compounded measurement capacity (morphology and composition) for single particles, new applications are still to come.

Crouzy, B., Meurville, M. P., Clot, B., Erb, S., Lbadaoui-Darvas, M., Tummon, F., & Lieberherr, G. (2025). Operational pollen classification using digital holography and fluorescence. *Aerobiologia*, 1-6.

Erb, S., Berne, A., Burgdorfer, N., Clot, B., Graber, M. J., Lieberherr, G., ... & Crouzy, B. (2024). Automatic real-time monitoring of fungal spores: the case of *Alternaria* spp. *Aerobiologia*, 40(1), 123-127.

Beres, N. D., Burkart, J., Graf, E., Zeder, Y., Dailey, L. A., & Weinzierl, B. (2024). Merging holography, fluorescence, and machine learning for in situ continuous characterization and classification of airborne microplastics. *Atmospheric Measurement Techniques*, 17(23), 6945-6964.

MOTS-CLÉS : holographie, fluorescence, temps réel / **KEYWORDS**: holography, fluorescence, real-time