VERS UN PASSAGE AU TRL 8 D'UN DISPERSEUR DE POUDRE DE TYPE VORTEX SHAKER

J. Leglise[1], V. Crenn[1], D. Le Dur[1], F. Gensdarmes[2]

[1]ADDAIR, 78530 Buc, France
[2]Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, LPMA, Gif-sur-Yvette, 91192, France
*Courriel de l'orateur : j.leglise@addair.fr

TITLE

Towards a passage to TRL 8 of a vortex shaker type powder disperser

RESUME

La qualification et l'étalonnage d'instruments de mesure des aérosols nécessitent le recours à des moyens de génération stables, contrôlés et répétables. Si la plupart des générateurs ont besoin d'une source d'air comprimé, le système présenté ici possède l'avantage d'être auto-alimenté en air propre et sec, et portatif. L'air sous pression est injecté verticalement à un débit compris entre 1 et 5 L/min jusque dans un réceptacle contenant la poudre à disperser. La poudre mise en suspension transite ensuite vers la sortie du générateur par l'intermédiaire d'un cône élutriateur. Ce générateur présente l'avantage d'utiliser de très faibles quantités de matière première et permet de délivrer des concentrations adaptées, notamment, aux tests des compteurs optiques. Le dispositif est agité à l'aide d'un moteur à masse oscillante dont la fréquence de vibration est réglable par l'utilisateur.

ABSTRACT

The qualification and calibration of aerosol measuring instruments require the use of stable, controlled and repeatable generation means. While most generators need a source of compressed air, the system shown here has the advantage of being self-supplied with clean, dry air, and portable. The pressurized air is injected vertically at a flow rate between 1 and 5 L/min into a receptacle containing the powder to be dispersed. The resuspended powder then passes to the generator outlet via an elutriator cone. This generator has the advantage of using a very small amount of powder and makes it possible to deliver concentrations suitable, in particular, for the tests of optical particle counters. The device is agitated by means of an oscillating mass motor whose vibration frequency is adjustable by the user.

MOTS-CLES : Générateur, poudre, vortex, portatif / **KEYWORDS:** Generator, powder, vortex, portable

1. DESCRIPTIF DU MOYEN DE GENERATION

La technologie présentée ici a été initialement développée par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), sous le brevet international WO2013092816 (Roynette et Gensdarmes, 2013). La société ADDAIR possède la licence d'exploitation exclusive de ce produit, dans le but d'une commercialisation.

1.1. Principe général de fonctionnement

Le dispositif comprend deux volumes permettant respectivement la dispersion de la poudre et une sélection en taille pour notamment l'élimination des agrégats. La combinaison de ces deux zones aérauliques distinctes représentées sur la Figure 1 présente des avantages en termes de maîtrise de la concentration et de la granulométrie des aérosols générés. La première zone, en position inférieure, est un réceptacle contenant la poudre à générer. Cette partie est vissée sur le corps du dispositif et peut être aisément retirée par l'utilisateur afin de la nettoyer et la remplir pour réaliser de nouvelles dispersions.

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28366 Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

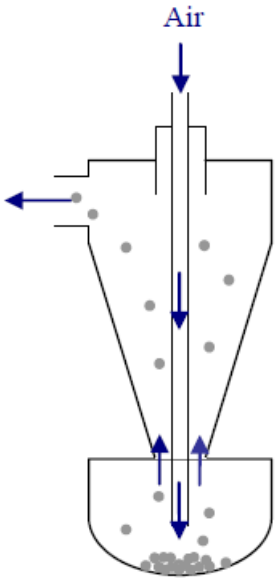

Figure 1. Schéma de fonctionnement du dispositif (source : IRSN)

L'air sous pression, filtré et séché, est injecté verticalement et directement à l'intérieur de cette zone. Il en résulte alors une mise en suspension de la poudre. La seconde zone, de forme conique, est soumise à un flux ascendant où les particules vont être triées selon leur taille par simple élutriation verticale. Le débit d'injection d'air est réglable par l'utilisateur, et s'étend de 1 à 5 L/min.

Les essais de génération réalisés jusqu'à présent sont effectués avec une poudre d'alumine centrée sur 5 µm. En plus de la masse de poudre introduite, des billes de bronze de 150 µm de diamètre sont ajoutées dans le réceptacle afin d'assurer une dispersion plus efficace des particules d'intérêt. La taille et la densité des billes de bronze étant nettement supérieures à celles de l'alumine, une génération stable est possible du fait du tassement de l'alumine par les billes de bronze, et permet ainsi d'éviter une mise en suspension brutale lorsque le dispositif est alimenté en air.

Afin d'assurer une agitation stable et efficace, un moteur vibrant alimenté en 24 V est fixé à la base du réceptacle contenant la poudre. Le moteur vibrant est relié à un potentiomètre facilement réglable par l'utilisateur grâce à un afficheur LCD en façade dans une gamme de vibration allant de 60 à 120 Hz (plage réglable de 12 à 24 V).

1.2. Intégration du dispositif dans un moyen portatif auto-alimenté

Dans l'optique de proposer un moyen portatif capable d'être couplé à plusieurs instruments de mesure des aérosols en un temps limité, le dispositif entier est contenu dans une enceinte ventilée de faible poids (< 10 kg) et de faible encombrement (32 x 22 x 43 cm). Un compresseur compact alimenté en 24 V génère de l'air à un système de traitement équipé d'un déshumidificateur, d'un filtre et d'un sécheur à membranes. Un premier régulateur permet d'ajuster la pression du flux d'air, dirigé ensuite vers un rotamètre gradué de 1 à 5 L/min (± 0,2 L/min) puis vers le dispositif (Figure 2).

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28366 Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

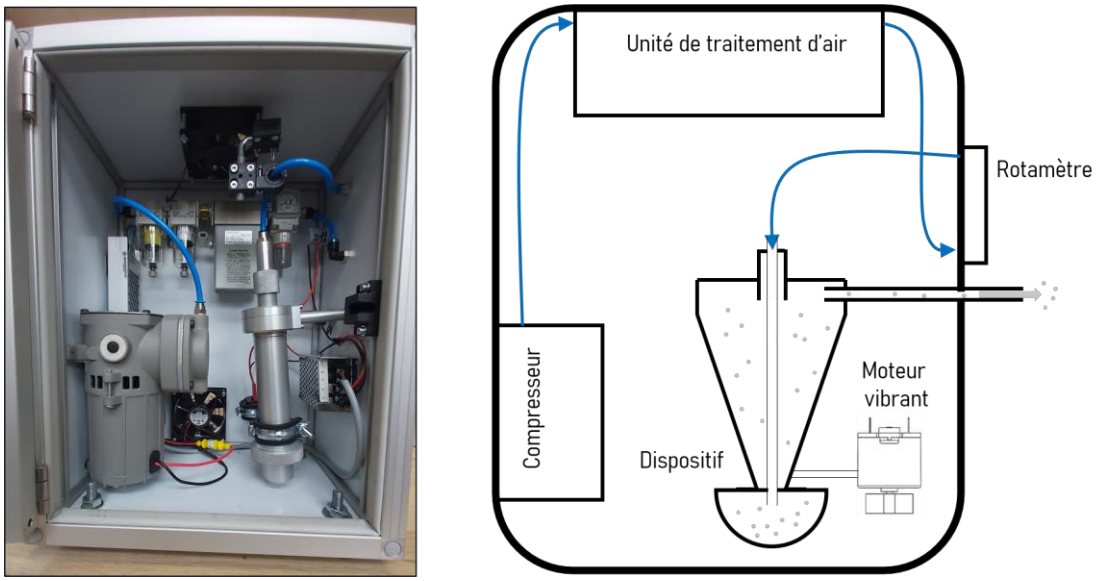

Figure 2. Photographie (gauche) et schéma (droite) du dispositif.

L'air en sortie d'unité de traitement présente une concentration particulaire inférieure à 20 P.cm^{-3}, et une humidité relative inférieure à 15 % pour un débit de 5 L/min. Le séchage de l'air d'alimentation est crucial afin d'éviter toute condensation dans le rotamètre et le dispositif et surtout de disposer de conditions répétables afin de limiter les effets potentiellement cohésifs de l'humidité sur les poudres, ce qui perturberait grandement la génération.

2. RESULTATS PRELIMINAIRES

Les essais ont été réalisés à l'aide d'un diluteur e-Diluter Pro (Dekati) et d'un FIDAS Mobile (Palas). Un facteur de dilution de 100 est appliqué.

2.1. Génération avec billes de verre

Des essais avec des billes de verre de 100 µm ont dans un premier temps permis de caractériser l'impact des billes de tassement sur la stabilité de la génération (Figure 3).

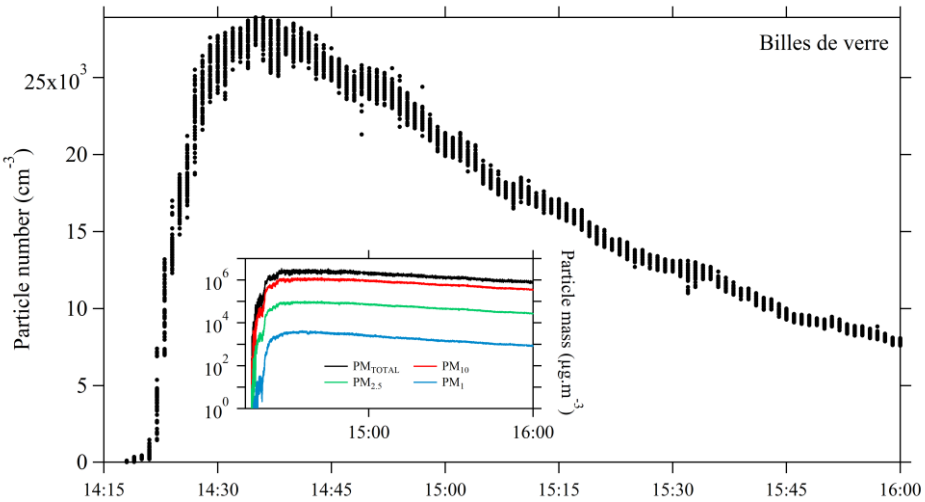

Figure 3. Essai de génération réalisé avec billes de verre. Q = 3 L/min ; Moteur éteint. M_{al} = 1,08 g / M_{verre} = 1,96 g.

Lors d'une génération avec billes de verre, on remarque un pic de concentration important en début de génération, puis une décroissance liée à la remobilisation des particules d'alumine déposées sur les parois.

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28366
Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

Avec une densité de 2,5 et un diamètre de 100 µm, les billes de verre n'ont sans doute pas la masse nécessaire à une bonne homogénéisation.

2.2. Génération avec billes de bronze

L'utilisation de billes de tassement plus lourdes doit permettre une génération plus stable. Les billes utilisées pour la caractérisation du générateur ont un diamètre de 150 µm pour une densité de 8,6. Plusieurs paramètres peuvent influencer la concentration générée, dont le régime du moteur vibrant et la proportion entre la poudre de génération et les billes de bronze. Lors de cet essai, le régime moteur est constant et le ratio poudre/bronze égal environ à 0,10, en masse. Les deux paramètres d'influence principaux sont le débit d'alimentation en air propre et la hauteur de la tige d'injection. A hauteur de tige constante, plus le débit est fort, plus la vitesse de l'air au contact de la poudre est élevée, générant une quantité de poudre plus importante. La Figure 4 présente un essai réalisé à 1 et 1,5 L/min. Si les deux phases de génération à 1 L/min sont plutôt stables dans le temps, celle à 1,5 L/min génère une quantité très importante de poudre pour décroitre ensuite exponentiellement. Ceci confirme l'importance significative du débit d'alimentation.

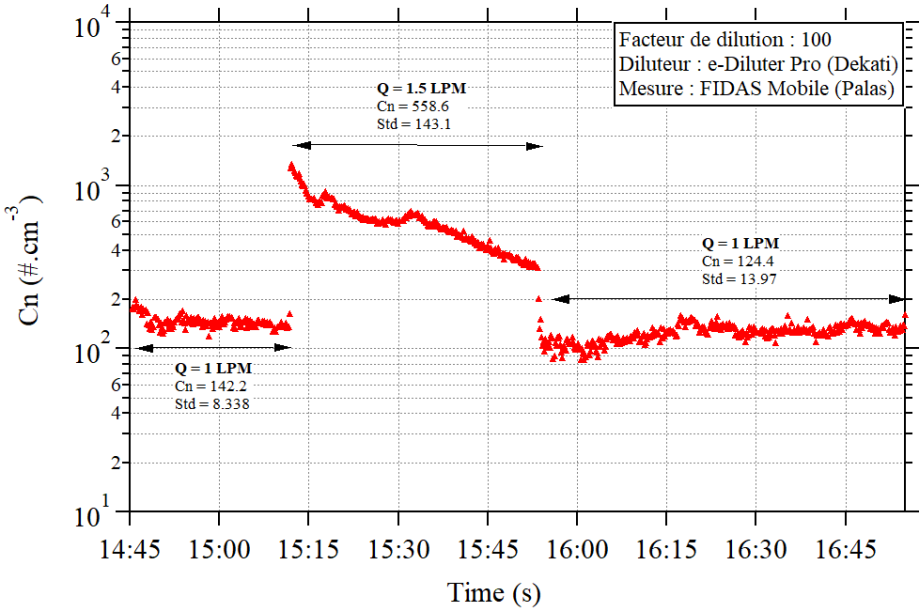

Figure 4. Essai de génération réalisé avec billes de bronze.
Moteur allumé (env. 6V). M_{al} = 0,42 g / M_{bronze} = 4,53 g.

Afin d'élargir la gamme de débit utilisable pour ce générateur, la hauteur de la tige d'injection de l'air dans la zone de dispersion peut être modifiée au moyen d'un jeu de cales de hauteur plus ou moins grande.

3. PERSPECTIVES

Il apparaît aujourd'hui que plusieurs paramètres influencent la génération. Le débit d'alimentation a d'ores et déjà été étudié bien que d'autres essais soient à suivre. Un système de cales augmentant la hauteur de la tige d'injection par rapport au réservoir de poudre est à l'étude et les premiers essais sont prometteurs. Par ailleurs, le ratio poudre/bronze joue un rôle prépondérant, dans la mesure où une trop faible quantité de billes de bronze favoriserait une génération brutale et non contrôlée. A l'inverse, une quantité trop grande empêcherait la génération. Enfin, le moteur vibrant permet de s'assurer du brassage du mélange, et l'effet du régime moteur sur la génération et la granulométrie sera présenté dans la communication finale.

REFERENCES

Roynette A Gensdarmes F. Device for generating and aerosol with a controled particle size, 27 juin 2013 brevet n° WO2013092816

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28366
Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs