

MESURAGE DE LA CONTAMINATION PARTICULAIRE DEPOSEE EN SALLES PROPRES DU LASER MEGAJOULE

I.Tovena Pecault¹

¹CEA CESTA, DLP, bât.692, 15 avenue des Sablières, 33116 Le Barp

*Courriel de l'orateur : isabelle.tovena-pecault@cea.fr

TITLE

Measurement of deposited particle contamination in Laser MegaJoule cleanrooms

ABSTRACT

Particle fallout in cleanrooms is a primary concern for industries manufacturing critical products with surfaces highly susceptible to particulate contamination. Limited research has been conducted to measure the deposited particles in cleanrooms. In the frame of the Laser MegaJoule (LMJ), this paper gives the first results of deposited particles measurement around the transport mirrors obtained thanks to a real-time and innovative device: CLEAPART-100. The CLEAPART-100 detects the same contamination event as optical counters do. The main interest of the CLEAPART-100 is that it follows the dynamic behavior of the deposited particles higher than 5µm with resuspension of part of them.

RESUME

Le dépôt de particules dans les salles propres est une problématique d'intérêt pour toute l'industrie produisant des produits critiques avec des surfaces sensibles à la contamination particulaire. Dans le cadre du Laser MegaJoule(LMJ), ce papier donne les premiers résultats de mesurage de la contamination particulaire déposée dans l'environnement des miroirs de transport, obtenus grâce à un système innovant et temps réel : CLEAPART-100. Le CLEAPART-100 détecte les mêmes événements de contamination que les compteurs optiques. L'intérêt principal du CLEAPART-100 est sa capacité à suivre le comportement dynamique des particules déposées de taille supérieure à 5µm avec remise en suspension d'une partie d'entre elles.

KEYWORDS: deposition, resuspension, particles, CLEAPART-100 / **MOTS-CLÉS :** dépôt, remise en suspension, particules, CLEAPART-100

1. INTRODUCTION

La contamination particulaire sédimentée est une contamination à risque pour les miroirs de transport du Laser MégaJoule dans la mesure où certains sont orientés vers le haut, en position dite « ramasse poussières ». Afin de limiter ce risque, les équipes du CEA-CESTA ont développé et qualifié un dispositif de mesurage des particules déposées en temps réel : le CLEAPART-100. Cet article donne les premiers résultats de mesurage des particules déposées dans l'environnement ISO 7 des miroirs de transport ainsi que les résultats de suivi des particules aéroportées obtenues au moyen d'un compteur optique type METONE 2,832l/min.

1.1. CLEAPART-100

Le CLEAPART-100 est un système innovant de comptage de particules sédimentées pour le suivi propreté des environnements maîtrisés apparentés. Il permet de détecter, d'imager puis de classer les particules déposées suivant leur taille à partir de 5 µm. Il résulte d'une

collaboration du CEA-CESTA avec l'Université d'Aix Marseille et Winlight System (I.Tovena Pecault, 2015).

Il se présente sous la forme d'un cube compatible des salles propres. Il est muni d'une surface vitrée où se déposent les particules qui sont ensuite détectées par une caméra optique mobile sous la vitre suivant les axes X et Y (Cf. Figure 1). Le principe réside dans le scan d'une surface de référence par une caméra haute résolution. La durée de la mesure est de 5 minutes et peut être renouvelée en continu sur plusieurs semaines (I.Tovena Pecault, 2016a ; 2016b). La qualification du CLEAPART-100 a été conduite par comparaison des résultats obtenus avec le CLEAPART-100 et ceux obtenus par collecte sur des cibles de sédimentation et analyse sous un microscope optique équipé d'un système d'analyse d'images dédié au comptage et à la classification des particules déposées (Filtrex® de chez Microvision). Cette qualification a permis de montrer que le suivi par des cibles de sédimentation sous-estimait largement le risque de contamination particulaire par transfert des particules déposées sur les cibles vers les boîtes de transport des cibles en particulier (I.Tovena Pecault, 2017). Les résultats de comptage en nombre de particules cumulés par cm^2 sont suivis graphiquement en temps réel pour chaque taille granulométrique (>5 , >15 , >25 , >50 , $>100\mu\text{m}$)



Figure 1. CLEAPART-100 pour le suivi in situ et temps réel des particules déposées en salles propres

1.2. LES SALLES ISO 7 DU LMJ

Deux environnements classés ont été sélectionnés:

- la salle de dérivation E301 intégrant les miroirs de transport (MT2 à MT5) du quadruplet supérieur de la première chaîne laser assemblée du LMJ(ISO7),
- la salle de dérivation E1a intégrant les miroirs de transport (MT2 à MT5) du quadruplet inférieur de la première chaîne laser assemblée du LMJ (ISO7).

La période sélectionnée correspond à une période de maintenance sur LMJ puis de reprise des activités de montage et laser. Le 9/08/2017 en matinée, il y a eu un arrêt de la ventilation nucléaire et des recycleurs avec une reprise vers 21h.

2. RESULTATS DE MESURAGE DES AEROSOLS EN ISO 7

2.1. Particules aéroportées

Occasionnellement, un compteur optique de type METONE (2,832 l) est utilisé pour suivre les aérosols de taille >0.3 , >0.5 , $>0,7$, >1 , >2 , $>5\mu\text{m}$. La figure 2 montrent les résultats obtenus en salle E1a pendant l'arrêt des recycleurs puis au moment de la remise en route des recycleurs à 21h.

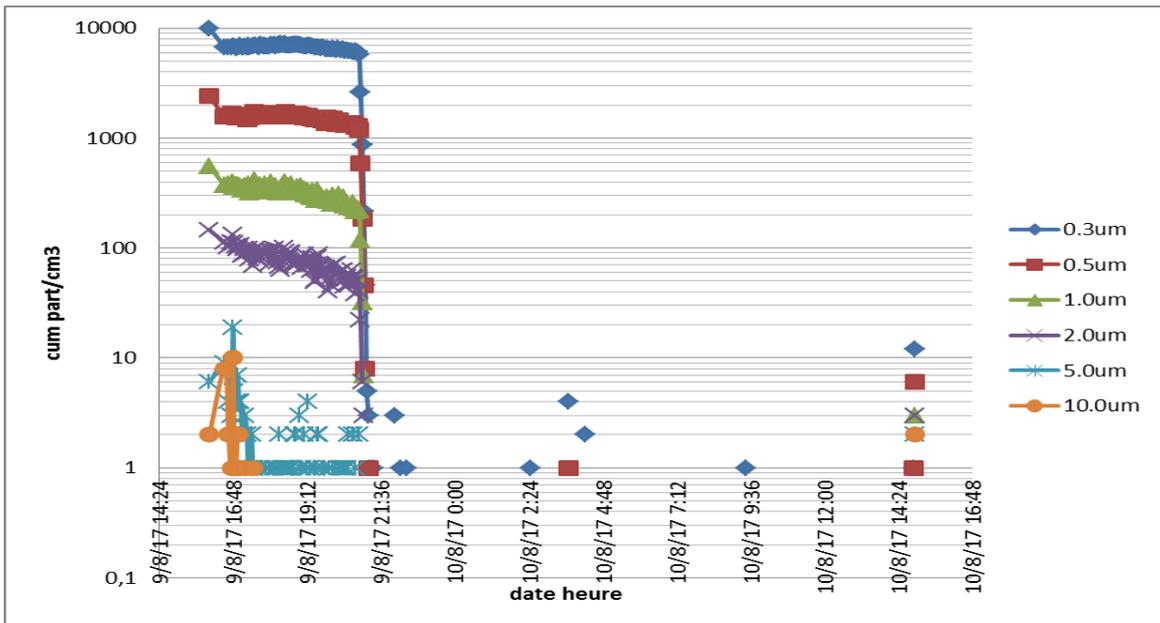


Figure 2. Mesurage des aérosols en concentration cumulée à partir de 0.3µm du 9 au 10/08 en E1a pendant l'arrêt des recycleurs

2.2. Particules déposées

La figure 3 montre que pendant l'arrêt de la ventilation, il y a eu une forte accumulation de particules de toute taille avec en particulier plus de 5118 part/cm² de taille >5µm contre 3024 part/cm² avant cet évènement. Après mise en route des recycleurs le 9/08 vers 21h, il y a un pseudo nettoyage des surfaces qui est exercé pour les particules de taille inférieure ou égale à 25µm en salle E1a pour atteindre 4510 part/cm² le 10/08 à 14h20.. Par contre, ce nettoyage des surfaces est beaucoup plus net en E301 comme le montre la figure 4(mode de fonctionnement du CLEAPART-100 en mode calibration permettant de définir l'état d'empoussièrement au début de l'expérience comme l'état de référence pour mesurer la suite de l'empoussièrement des surfaces). Sur la figure 4, on constate bien, après la remise en route des recycleurs le 9/08 vers 21h, un pseudo nettoyage des surfaces pour toutes les tailles de particules sauf pour les tailles de particules >=50 & 100µm.

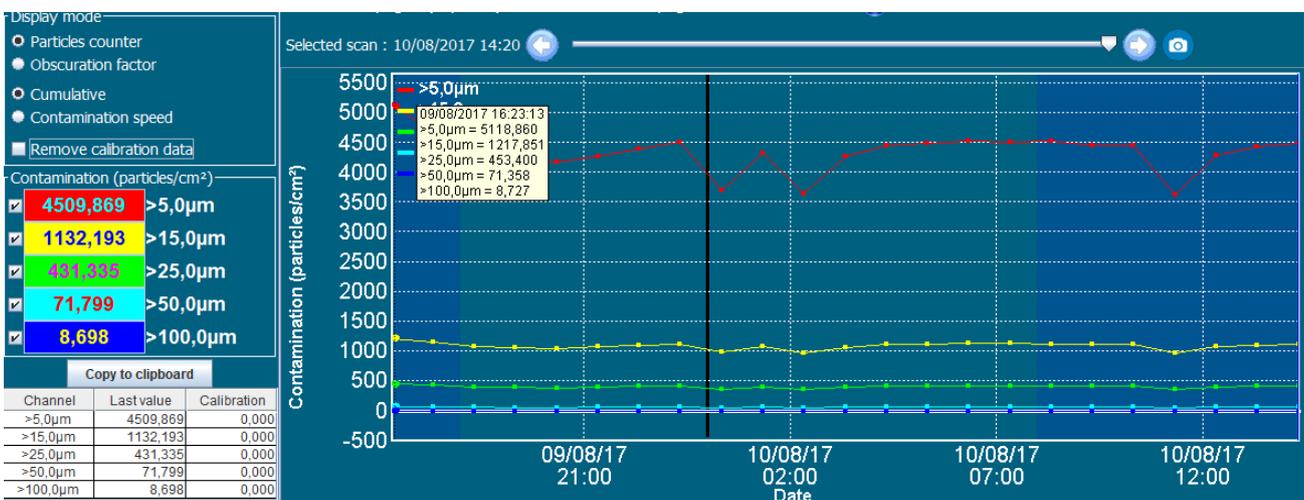


Figure 3. Particules déposées mesurées par le CLEAPART-100 (part/cm²) pour des particules de taille >5µm, >15µm, >25µm, >50µm, >100µm en E1a

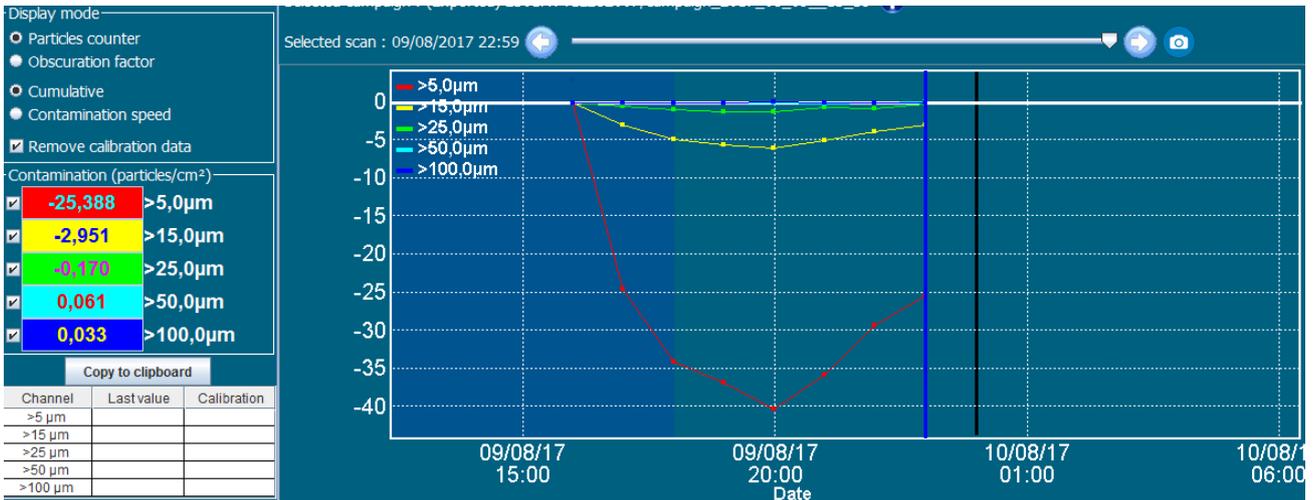


Figure 4. Particules déposées mesurées par le CLEAPART-100 (part/cm²) pour des particules de taille >5µm, >15µm, >25µm, >50µm, >100µm en E301

Le comportement des particules surfaciques est donc différent en E1a et en E301, ceci est confirmé par le suivi des vitesses de contamination particulaire surfacique respectivement en E1a(Figure 5) et en E301(Figure 6). Nous constatons que l'aéroulque en salle E1a permet un nettoyage des surfaces pour les particules de taille inférieure à 25 µm en salle E301 et une accumulation en salle E1a.

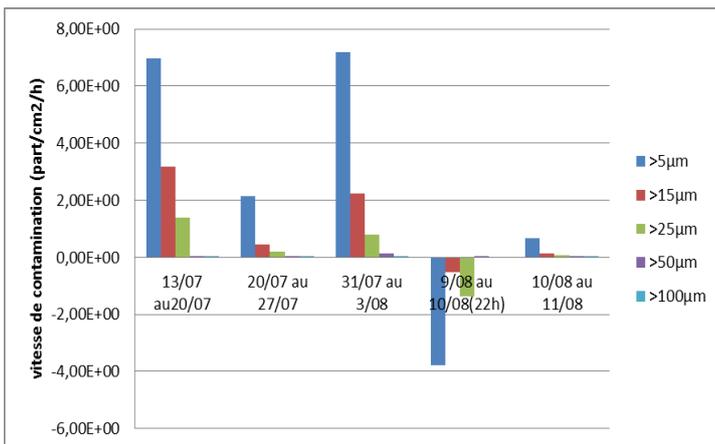


Figure 5. Vitesses de contamination particulaire surfacique mesurées par le CLEAPART-100 (part/cm²) pour des particules de taille >5µm, >15µm, >25µm, >50µm, >100µm en E1a du 13/07 au 11/08

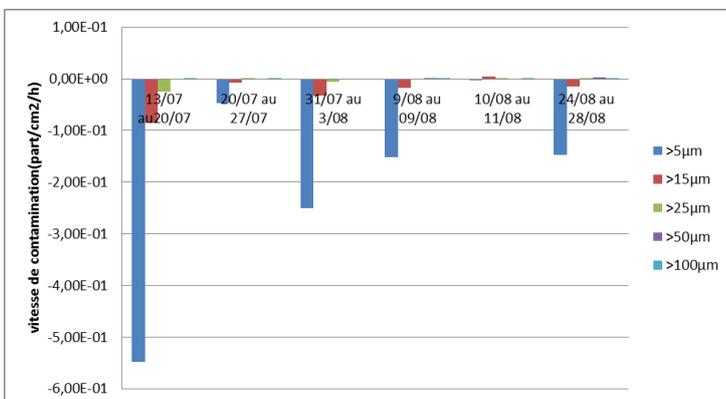


Figure 6. Vitesses de contamination particulaire surfacique mesurées par le CLEAPART-100 (part/cm²) pour des particules de taille >5µm, >15µm, >25µm, >50µm, >100µm en E301 du 13/07 au 28/08

4. CONCLUSION

Le suivi de la contamination particulaire déposée sur les surfaces en temps réel au moyen du CLEAPART-100 permet d'alerter sur un niveau de contamination particulaire surfacique critique, avant passage du faisceau laser. C'est alors qu'une phase de nettoyage des surfaces des miroirs peut être engagée avant de lancer une séquence de tirs laser au risque d'endommager la surface des miroirs. Au cours de cette étude, nous montrons que suite à l'arrêt du fonctionnement des recycleurs, les salles propres du LMJ restent bien ISO 7 mais les niveaux de contamination particulaire déposés deviennent rapidement inacceptables. Nous avons également montré qu'au redémarrage des recycleurs, un léger nettoyage des surfaces est opéré pour toutes les particules de taille <50µm. Néanmoins en situation nominale, sur de plus longues périodes de fonctionnement, nous constatons que l'empoussièrement surfacique est très dépendant de la taille des particules, de l'aérodynamique des salles ISO 7 et du positionnement des miroirs dans ces salles ISO 7.

REFERENCES

- I.Tovena Pecault, L.Escoubas, P.Godefroy, Brevet FR 1550614 (2015), Procédés et dispositifs de détection de la contamination surfacique par les particules évoluant en air libre
- I.Tovena Pecault, P.Godefroy (2016a), Un système pour le suivi de la contamination particulaire sédimentée, *Salles propres n°102-103*, pp 45-50,
- I.Tovena Pecault (2016b) CLEAPART-100 to detect fall-out particles, *Clean Air and Containment review*, Aout.2016
- I.Tovena Pecault, P.Godefroy, L.Escoubas, Qualification testing of an innovative system for monitoring particle contamination fallout Innovative system for monitoring particle fallout, *Sensors and actuators A253(2017) 181-187*