

MONITORING

La donnée au service de la maintenance préventive et de la performance énergétique



Suivi de l'impact de travaux d'extension d'un hôpital à Marseille. Monitoring extérieur en complément du monitoring particulière de ses blocs opératoires.

Par Séverine Moriau, Zaack

Cet article entend apporter des précisions, exemples et retours d'expériences sur l'utilisation des données fournies par des solutions de monitoring (capteurs de mesure), de manière à aider les utilisateurs et les exploitants à avoir la meilleure connaissance possible de leurs zones à atmosphère contrôlée (ZAC) et à les rendre plus performantes au vu des évolutions réglementaires.

Depuis plusieurs décennies, les salles propres, ces environnements maîtrisés et réglementés, sont au cœur de nombreux secteurs, de l'industrie pharmaceutique au monde hospitalier en passant par la microélectronique. S'y ajoutent depuis quelques années les gigafactories de batteries. Leur fonctionnement optimal repose sur une surveillance continue/séquentielle ou périodique rigoureuse de l'atmosphère, afin de garantir la conformité aux normes strictes de propreté et de contrôle des contaminants.

Historiquement, cette surveillance s'est concentrée sur le triptyque pression/température/humidité, des paramètres clés pour assurer la stabilité de l'environnement. Cependant le paysage de la maintenance des salles propres est loin d'être statique. Il est en constante évolution, poussé par les avancées technologiques, les révisions réglementaires ou encore les enjeux de la sobriété énergétique. L'arrivée de nouvelles technologies de monitoring, couplée à l'exploitation croissante des données, ouvre la voie à une maintenance préventive plus efficace et à une amélioration de la performance énergétique.

1 Valeurs seuils définies dans la norme NF EN 15780:2011



Valeurs utilisées dans l'application (seuils d'action) pour informer l'utilisateur en temps réel.

Dans ce contexte, nous explorerons dans cet article comment l'utilisation de nouvelles données peut servir la maintenance préventive et prédictive ainsi que la performance énergétique des salles propres. Nous examinerons également comment elle peut aider à répondre aux défis posés par les évolutions réglementaires et technologiques.

Données pour la maintenance préventive du HVAC

L'un des domaines où l'innovation technologique est particulièrement cruciale est celui de la maintenance préventive et de la

performance énergétique des systèmes de ventilation et de traitement d'air (HVAC).

Un capteur intégré au niveau des systèmes de ventilation peut désormais être utilisé pour surveiller en continu le niveau d'accumulation

« Les capteurs spécifiques au monitoring permettent de disposer d'une donnée quantifiable en temps réel sans nécessité d'un opérateur, ce qui évite la coupure d'un système HVAC. »

de poussières et ainsi comparer les données remontées aux seuils d'action (dépôt surfacique en grammes par mètre carré) définis dans la norme NF EN 15780:2011 « Ventilation des bâtiments, réseaux de conduits – Propreté des systèmes de ventilation » (tableau A). Cela permet ainsi de garantir le maintien des conduits de ventilation dans un état de propreté acceptable (figure 1).

Les données recueillies par cette solution innovante sont également utilisées pour optimiser la fréquence des opérations de nettoyage des systèmes aérauliques, couplées avec le remplacement des barrières de filtration en centrale de traitement d'air (CTA). Ces données alimentent la maintenance prédictive, une approche proactive de la maintenance qui utilise les données pour prédire le dépassement des niveaux d'accumulation de poussières et la défaillance d'un équipement, notamment d'un filtre ou d'un moteur de CTA.

Actuellement, les réseaux de ventilation sont nettoyés soit à une fréquence définie de 3 à 5 ans, soit

en curatif à la suite d'une problématique de contamination. De plus, les techniques pour évaluer la gravité et le caractère urgent d'une intervention de nettoyage ne sont pas nombreuses sur le marché, car mesurer le degré d'empoussièremment n'est pas aisé. L'inspection visuelle reste le standard mais ne permet qu'une interprétation subjective.

L'avantage de l'utilisation de capteurs spécifiques au monitoring du niveau d'accumulation de poussières est de disposer d'une donnée quantifiable en temps réel sans nécessité d'un opérateur, ce qui évite la coupure d'un système HVAC, très contraignante au vu de l'activité d'une salle propre en règle générale. En pratique, les données remontées par le capteur sont enregistrées sur un logiciel de monitoring et l'accès est sécurisé via login et mot de passe. Ce système est bien entendu en mesure de générer des alertes en cas de dépassements de seuils. L'application permet de visualiser courbes et valeurs et d'acquiescer les alarmes à distance. L'hôpital privé de Provence →

A Niveau de propreté acceptable

Classes de propreté	Réseau de conduits d'alimentation	Réseau de conduits de recirculation ou secondaires
Basique	< 4,5 g/m ²	< 6,0 g/m ²
Intermédiaire	< 3,0 g/m ²	< 4,5 g/m ²
Avancé	< 0,6 g/m ²	< 3,0 g/m ²

Source : Afnor, NF EN 15780:2011.

MONITORING

→ situé à Aix-en-Provence met en œuvre une cinquantaine de capteurs intégrés au niveau des réseaux de soufflage et de reprise qui alimentent les zones classées (figure 2). « Ce monitoring permet d'apporter une vision globale, intuitive et instantanée de l'état d'empoussièrement de l'ensemble de nos réseaux de ventilation, explique Jean-Charles Tonnelé, directeur des services techniques de l'hôpital. Jusqu'à présent, les opérations de maintenance étaient périodiques, alors qu'avec l'aide du monitoring, elles peuvent être maîtrisées en temps réel selon la criticité et même devenir prédictives. »

Cette technologie représente une avancée significative dans la

« Le monitoring en continu du comptage particulaire devient une nécessité pour assurer une maintenance préventive efficace et une aide à l'optimisation de la performance énergétique. »

gestion de la maintenance préventive et de la performance énergétique des installations HVAC. Elle permet non seulement d'améliorer l'efficacité des opérations de nettoyage, d'hygiénisation et de maintenance, mais aussi de réaliser des économies substantielles en termes de coûts et de temps.

Exploitation des données du monitoring particulaire

Dans les ZAC, le contrôle de la contamination particulaire est une préoccupation majeure. Le comptage particulaire, qui quantifie le nombre de particules en suspension dans l'air, est une mesure essentielle pour assurer la conformité aux normes de propreté et maintenir l'intégrité des processus sensibles (opération chirurgicale, fabrication d'un dispositif médical...).

La plupart des exploitants ont migré d'un monitoring environnemental du triptyque pression différentielle/température/humidité vers un système de surveillance intégrant le comptage particulaire (figure 3). Malgré le fait que les technologies de mesure en continu existent et sont abordables, toutes les entreprises ne s'en sont pas encore équipées. La raison est que le comptage particulaire reste un domaine où il est très difficile de réconcilier des données obtenues en phase de classification particulaire et pendant le comptage en continu, principalement pour des raisons d'échantillonnage.

Il est important de rappeler que la qualification conserve son importance à la mise en service d'une salle propre comme point



Capteur permettant le monitoring de l'état d'empoussièrement d'un réseau de soufflage qui asservit une ZAC.

de référence de ses performances alors que le monitoring apporte une connaissance réelle de l'environnement pendant, par exemple, l'opération d'un patient ou encore l'élaboration d'un médicament ou d'un dispositif médical. Le monitoring en continu du comptage particulaire, grâce à l'utilisation de capteurs spécifiques, devient une nécessité pour assurer une maintenance préventive efficace et une aide à l'optimisation de la performance énergétique. En effet, toute dérive éventuelle de la concentration en particules est alors observable en temps réel et des actions correctrices, correctives et même préventives peuvent donc être mises en place.

En plus de fournir une surveillance en temps réel, ces capteurs jouent un rôle clé dans la mise en œuvre de la maintenance prédictive des opérations de remplacement de

2 Empoussièrement des réseaux



Suivi en temps réel de l'empoussièrement des réseaux de soufflage qui asservissent des salles d'opération (SOP n° 7 et SOP n° 2) de l'hôpital privé de Provence.

filtres terminaux. En effet, les données collectées par le capteur peuvent être analysées pour prédire l'usure de ces filtres et planifier leur remplacement avant qu'ils ne deviennent une source de contamination. Cela permet notamment d'éviter les temps d'arrêt imprévus et d'optimiser la planification de la maintenance.

Enfin, ces capteurs sont une aide dans la mise au point des débits des systèmes HVAC afin d'optimiser la performance énergétique des salles propres tout en garantissant le maintien des classes particulières au repos ou lors des phases d'activité. Leur utilisation est également une aide dans le dimensionnement des débits pour la mise en place d'un mode veille tout en quantifiant le temps nécessaire pour revenir dans les conditions du repos.

Retour d'expérience dans le secteur hospitalier

Dans le cadre de l'extension d'un bâtiment hospitalier, les hygiénistes et responsables de blocs ont exprimé le besoin de monitorer le comptage particulaire pour poursuivre l'activité en s'appuyant sur une donnée quantifiable de l'impact des travaux. Pour répondre à ce besoin, plus d'une dizaine de blocs opératoires ont été équipés et des capteurs dits de « référence » à proximité des travaux en extérieur ont été positionnés. L'emplacement des capteurs a été défini selon le niveau de zone à risque et le positionnement des prises d'air neuf et/ou des ouvrants par rapport aux travaux.

Une fois la stratégie d'échantillonnage et la mise en place des capteurs effectuées, il est nécessaire



Mise en place de capteurs de mesure spécifiques à la surveillance du comptage particulaire en temps réel dans une salle classée.

d'acquérir des données avant le début des travaux (phase T0) afin de fixer les seuils d'alerte en activité normale (données inconnues car l'exigence normative est uniquement au repos). La phase T0 établie, l'envoi d'alertes instantané *via*

l'interface logicielle permet la mise en place d'actions correctives et la validation de leur efficacité. L'enregistrement des données offre la traçabilité sur la durée du chantier qui, dans ce cas précis, s'étend sur plus de trois années.

Conclusion

Avant de conclure, il convient de rappeler que l'analyse des évolutions des valeurs, à savoir la durée d'un pic de contamination particulaire en ambiance ou au sein du système de ventilation, le temps de récupération d'une classe de propreté à la fin d'une activité ou encore l'analyse de la fréquence et de la récurrence des alertes permet d'affiner et d'optimiser le programme de monitoring, année après année.

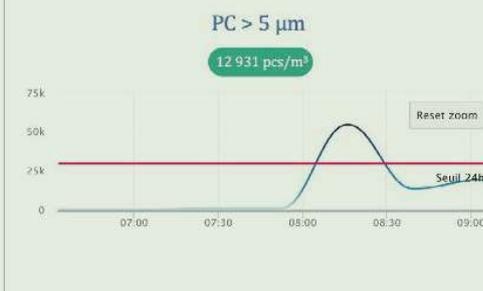
L'utilisation de la donnée au service de la maintenance préventive et de la performance énergétique des salles propres est une avancée majeure dans le domaine de la technologie de ventilation. Elle offre une solution efficace et rentable pour maintenir les salles propres à leur niveau optimal de performance, tout en réduisant l'impact environnemental. En continuant à développer et à affiner ces techniques, nous pouvons nous attendre à des améliorations encore plus importantes dans la gestion des environnements maîtrisés à l'avenir. ■

3 Exemple de données de monitoring pour le comptage particulaire via une interface logicielle

Activité couloir de circulation



Démarrage activité d'un bloc opératoire



Les valeurs seuils d'alerte en activité sont définies en accord avec le client.