

L'aéraulique des salles propres : flux turbulent et flux unidirectionnel

Que se passe-t-il dans l'air d'une salle propre? Quels sont les éléments aérauliques qui concourent à l'obtention de la classe de propreté. Comment peut-on protéger le process contre la contamination aéroportée? La réflexion sur la maîtrise des flux d'air, qui transportent des particules inertes et vivantes, est une étape essentielle de la conception d'une salle propre.

Imaginons qu'une salle propre soit une "machine à laver" l'air, une machine destinée à maintenir l'environnement dans les limites d'une classe de propreté. Le "lavage" s'effectue en deux étapes : l'épuration et la dilution. L'épuration consiste à faire passer l'air de la salle sur des batteries de filtres puis à le réintroduire. La seconde étape, la dilution, est le résultat du mélange entre l'air propre soufflé et l'air contaminé par les particules émises à l'intérieur. L'empoussièrément "résiduel" donnera la classe "en activité". Plus le nombre de cycles "épuration-dilution" est élevé, plus la "machine à laver" tourne vite, plus propre sera l'air de la salle. La classe d'empoussièrément dépend donc du taux de brassage.

Dans ce qui suit, nous nous focaliserons sur la seconde étape : la dilution. En effet, le bon niveau de "propreté" ne pourra être atteint que si la "machine à laver" est conçue pour traiter les "tâches", et en particulier les processus qui concourent à la contamination aéroportée. C'est le rôle de l'aéraulique.

Les deux "schémas" aérauliques

Il n'existe que deux façons de concevoir la diffusion d'air : le flux turbulent et le flux laminaire. Les premières salles propres, à flux turbulents, ont vu le jour dans l'industrie pendant la guerre 39-45. Depuis, les installations se sont multipliées, l'expérience a été engrangée et un nombre significatif de cas de figure est actuellement correctement maîtrisé. Comment peut-on imaginer l'avenir? Allons-nous inventer de nouveaux modèles "aérauliques"? Une chose paraît acquise, les progrès feront appel à la modélisation sur ordinateur.

Le flux turbulent

En France, les premières salles à flux turbulents datent de 1962. Comment peut-on les définir? Elles sont caractérisées par un parcours de l'air, entre les points de soufflage et les reprises d'air, turbulent. En termes plus clairs, cela signifie que l'aéraulique n'est pas totalement maîtrisée, que la circulation de l'air, et donc les flux de particules, n'est pas complètement programmée à l'avance. Plutôt que de chercher à maîtriser la trajectoire de l'air en tous points de la salle, l'objectif est d'avoir un mélange homogène, un empoussièrément régulier sur toute la surface, pour des classes ISO 9 à 6.

La conception d'une aéraulique à "flux turbulent" tiendra compte des deux règles suivantes :



Une des premières salles propres aux Etats-Unis (1955). Montage de gyroscopes



Salle propre pour le montage de gyroscopes (classe ISO 7)

- Une circulation d'air dirigée du haut vers le bas : des points de soufflage au niveau du faux-plafond et des reprises d'air à proximité du sol. L'objectif recherché est de faire sédimenter les particules, surtout les plus grosses particules. Toutefois, il n'est pas interdit de concevoir les choses différemment. Par exemple, la première salle propre à flux turbulents installée en France (Palaiseau) par Air Mouvement avait une circulation d'air horizontale et les résultats obtenus étaient excellents. Autre exemple, dans la plasturgie, un schéma aéraulique de bas en haut, avec des diffuseurs à déplacement, a donné entière satisfaction.
- Eviter les "zones mortes" : des volumes mal balayés par les flux d'air. Pour y parvenir, l'aéraulique prendra en compte deux recommandations. La première consiste à concevoir une répartition des points de soufflage, et des reprises d'air, encore mieux répartie lorsque le taux de brassage est moindre (classes ISO 8 et 9). En fait, moins la "machine à laver" tourne vite, plus il faut prendre de précautions pour "diluer" la contamination. La seconde recommandation concerne l'induction du dispositif de soufflage. Un diffuseur (pour une classe ISO 8 ou 9) a une induction beaucoup plus forte qu'un caisson filtre absolu terminal (pour une classe ISO 6 ou 7). En bref, plus le nombre de points de soufflage, avec induction, sera élevé, meilleure sera la dilution à l'intérieur de la salle à flux turbulents.