

Filtration moléculaire (gaz & odeurs) avec les systèmes IQAir®

La conscience croissante de l'influence de la pollution moléculaire (gaz et odeurs) de l'air ambiant sur notre santé et notre bien-être nous a poussés à développer divers systèmes de purification de l'air axés tout spécialement sur la filtration de substances chimiques/gaz et odeurs (série IQAir® GC et GCX).

Sources externes

Parmi ces sources, citons les gaz d'échappement, les résidus de combustion générés par les processus industriels et les substances chimiques utilisées dans l'agriculture, dont les pesticides et les engrais par exemple.

La combustion de carburants génère des gaz tels que le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et le formaldéhyde (HCHO) par exemple. Les gaz d'échappement des automobiles et notamment des véhicules à moteur diesel ou à propulsion produisent une multitude de composés organiques volatils (VOC) qui, même à l'état peu concentré, peuvent dégager des odeurs inconfortables. L'ozone (O₃) est un polluant atmosphérique fréquent, variant en fonction des conditions météorologiques et pouvant atteindre des pointes alarmantes en certaines saisons. Même à la campagne et à proximité de fermes ou de fabriques, les valeurs mesurées au niveau de la teneur de l'air en ammoniac (NH₃), acide sulfhydrique (H₂S) et gaz chlorhydrique (HCl) dépassent parfois les données limites. Cette source de pollution n'est qu'un exemple parmi tant d'autres agents polluants contribuant à la toxicité chimique de l'air à l'intérieur des bâtiments. Ces odeurs et substances irritantes peuvent être à l'origine de problèmes importants non seulement dans les secteurs dits à risques tels que la fabrication de semi-conducteurs, les hôpitaux et musées par exemple, mais aussi à l'intérieur de l'habitat et dans les secteurs commerciaux.

Sources internes

Les sources internes de contamination moléculaire peuvent être tout aussi alarmantes. L'acide sulfhydrique, l'ammoniac et le dioxyde de carbone font partie des métabolites. L'ozone produit par les appareils électroniques et les substances chimiques domestiques volatiles peuvent générer des valeurs de pollution de l'air équivalentes ou supérieures à celles de substances toxiques externes. Même les VOC provoqués à l'intérieur par les gaz que dégagent les matières synthétiques contribuent à l'augmentation de la charge polluante intérieure. Contrairement à la pollution de l'atmosphère qui est très variable, la pollution ambiante tend plutôt à rester constante ou à s'accumuler.

Gaz

Pareillement aux particules, les molécules varient dans leurs dimensions. Tandis que les concentrations particulières sont mesurées en unités volumiques, les concentrations moléculaires sont comptées en ppb (part par milliard) ou en ppm (part par million). Les dimensions moléculaires sont mesurées en angström (1/10.000.000.000 d'un mètre cube). Elles sont généralement 1.000 à 10.000 fois plus petites qu'une infime particule de poussière et échappent ainsi au filtre le plus fin. Du fait de leurs dimensions et poids insignifiants, elles sont plus difficiles à extraire que les particules. Pour pouvoir évaluer les nouvelles technologies de filtration des gaz, il importe de comprendre comment se comportent les polluants moléculaires et le principe fonctionnel de cette filtration.

Les particules polluantes voyagent en "nuages" dans l'air. Les molécules, par contre, se déplacent par diffusion. Lorsqu'une substance chimique est appliquée sans turbulences sur une paroi, sa répartition homogène à l'intérieur de la pièce n'est qu'une question de temps. Les molécules se diffusent à partir de zones à hautes concentrations dans des zones de plus faibles concentrations jusqu'à former une concentration homogène dans toute la pièce. La rapidité et la puissance de répartition des polluants sont désignées par gradient de diffusion.

Filtration de gaz

Les systèmes IQAir® avec filtration de gaz en continu travaillent en deux processus de filtrage. L'un constitue un processus physique réversible désigné par *condensation d'adsorption* et trouve son application sur le modèle IQAir® VOC. L'autre constitue un processus chimique irréversible désigné par *chimisorption* et est utilisé dans le modèle IQAir® ChemiSorber. D'autres modèles IQAir® combinent ces deux processus et assurent ainsi une plus large plage de filtration (p.ex. IQAir® MultiGas™). Il est possible d'imprégner le milieu de filtration à charbon actif pour la filtration d'odeurs et de gaz spéciaux. Le milieu de filtration de la phase à gaz IQAir® AM est imprégné d'une solution acidifère pour la filtration d'ammoniac (NH₃) et d'amines par exemple.

Adsorption

L'adsorption se fait en surface. La diffusion des vapeurs et gaz se fait à la surface d'un sorbant, tel que le charbon actif par exemple. Afin de guider le polluant vers le centre de la particule du sorbant, une deuxième diffusion peut avoir lieu. Celle-ci exploite la totalité de la surface interne et externe. En général, les concentrations et le gradient de diffusion sont faibles. Un faible gradient de diffusion ne permet pas l'exploitation totale de la diffusion secondaire ou de la très grande surface disponible à l'intérieur d'une particule de charbon. De ce fait, la *condensation-adsorption* sous faibles concentrations gazeuses constitue un phénomène superficiel. La surface des granulés de charbon actif, et non la masse, est déterminante dans le design d'un filtre. La conscience de cet état de chose a servi de base au développement de nombreux produits IQAir® pour la filtration de la phase gazeuse.

La condensation-adsorption a lieu lorsque les molécules d'un polluant se diffusent à la surface d'un sorbant. La surface du sorbant constitue une zone à faible concentration de substances polluantes. Les caractéristiques particulières des substances chimiques déterminent l'allure et l'efficacité du processus d'adsorption. Celui-ci est influencé par le point d'ébullition d'une substance chimique, la pression de vapeur et sa réactivité.

En général, les matières dont le point d'ébullition est supérieur à 100°C (212°F) peuvent être filtrées facilement par condensation-adsorption. La substance chimique est présente sous forme de vapeur, se liquéfie cependant facilement sous l'action de la diffusion en surface d'un sorbant. Ces substances se présentent sous forme liquide à température ambiante. La condensation-adsorption est un processus réversible dans lequel les polluants de divers poids moléculaires se disputent la même surface de filtration. Le processus d'adsorption est aussi influencé par la température et l'humidité. L'humidité se propage et encombre la surface du filtre. De ce fait, un filtre basé sur l'adsorption est moins efficace par temps humide.

Chimisorption

À température ambiante, les substances chimiques fortement réactives ou les composants présentant de faibles poids moléculaires et des points d'ébullition bas apparaissent à l'état gazeux. Les polluants de ce type se diffusent éventuellement à la surface du filtre mais ne se liquéfient pas et se volatilisent rapidement ou sont remplacés par d'autres molécules. La filtration de ces polluants se fait par le processus nommé chimisorption. Dans ce processus, un réactif chimique est ajouté au support de filtration. Le polluant à filtrer réagit à la surface du filtre avec le réactif et forme un produit accessoire. Ce produit accessoire doit être très stable pour être efficace.

L'élimination d'un produit chimique présentant un point d'ébullition très bas, tel que l'acide chlorhydrique par exemple, pourrait se faire par l'utilisation d'un filtre à charbon imprégné d'iodure de potassium. La réaction chimique engendre du chlorure de potassium, un sel à proprement parler. Les sels sont très stables et, contrairement à l'acide chlorhydrique, leur manutention et leur élimination ne sont pas dangereuses. À l'inverse de la condensation par adsorption, la chimisorption constitue un processus étendu dont la réaction nécessite un taux d'humidité plus élevé. Innombrables et alarmants, les polluants de l'air ambiant sont de faibles poids moléculaires et supposent une méthode de filtration appliquant le processus de la chimisorption. S'il s'agit de l'élimination d'un polluant basique (pH > 7), le réactif est en général un acide. Une base sert par contre de réactif dans la filtration d'acides. La chimisorption est un processus irréversible. Les filtres travaillant selon ce principe ne peuvent pas être régénérés.

Nouveaux produits

La filtration de la phase gazeuse et les filtres combinant la condensation-adsorption et la chimisorption existent depuis des décennies. De par leur conception, ces filtres présentent une grande surface et assurent un long séjour des polluants dans le filtre. Ces produits présentaient de grands inconvénients, à savoir leurs dimensions et leurs poids physiques ainsi que la poussière dégagée lors de la maintenance. C'est la raison pour laquelle les filtres IQAir® destinés à la filtration de la phase gazeuse sont conçus à partir de menus granulés de charbon conditionnés dans des cartouches de gaz à usage unique. Comparé à d'autres, ce milieu filtrant présente une grande surface extérieure et les cartouches permettent l'échange propre et rapide des filtres. Pour répondre à la demande en filtres performants pour la filtration de la phase gazeuse, les systèmes IQAir® proposent tant des filtres à réactifs que des charbons actifs non traités. Bien que les filtres en polyester imprégnés de charbon, utilisés par de nombreux fabricants, soient basés sur les mêmes composants (charbon actif), leur durabilité et leur rendement sont perceptiblement plus faibles. Ceci résulte principalement de la quantité limitée de charbon entrant dans la fabrication de ces filtres. La surface de ces filtres en polyester n'atteint souvent qu'une fraction d'un filtre IQAir® conçu pour la filtration de la phase gazeuse.

Le contrôle des filtres pour phase gazeuse

Tester les filtres pour phase gazeuse et en interpréter les résultats a toujours été difficile. La plupart des filtres à application non-industrielle ne peuvent reconnaître que de faibles concentrations. L'exécution d'un test sous de fortes concentrations chimiques ne permet pas de définir avec précision la surface de filtration disponible pour la filtration de substances polluantes de plus faible concentration. Tous les filtres avec agent de sorption perdent de leur efficacité à long terme. Il est difficile de reconnaître les valeurs-seuils de l'efficacité dans une application définie. Il est évident que la réduction des odeurs suppose d'autres paramètres dans un bâtiment administratif que dans un laboratoire chimique, où les personnes doivent être protégées contre les produits chimiques, ou dans un musée, où il s'agit de protéger des œuvres d'art.

Conclusion

La conscience croissante du rôle joué par la qualité de l'air ambiant a engendré de multiples nouvelles technologies de filtration. IQAir® offre des systèmes de filtration de la phase gazeuse plus performants et couvrant un plus vaste domaine d'application tant au niveau des particules que des gaz. Certains systèmes de filtration concurrents éblouissent, entre autres, par l'esthétique et des performances contrefaites. Certaines nouvelles technologies défient même la logique. Ces nouveaux produits ont un point commun: une efficacité et une durabilité laissant à désirer, donc renchérissant substantiellement les coûts par cycles de fonctionnement. Chez IQAir®, nous sommes persuadés que les problèmes soulevés par la pollution de l'air ambiant ne peuvent être résolus de façon efficace que par des technologies conçues en tout point en fonction des données et des applications individuelles.

Le système IQAir® répondant à vos besoins individuels vous est présenté dans le tableau "Choix du modèle IQAir® adéquat pour la réduction des nuisances chimiques".