

ÉPURER L'AIR INTÉRIEUR

# QUELLES TECHNOLOGIES CHOISIR POUR PLUS D'EFFICACITÉ ?

TEXTE : PHILIPPE HEITZ  
PHOTOS &  
ILLUSTRATIONS : CERTAM,  
FELLOWES, I. SACCO,  
TEQOYA, WESSELMANN

Médiatisés par la crise sanitaire, les épurateurs d'air utilisent des technologies très diverses, seules ou associées dans un même appareil. Pour prévenir quels risques ?

Avec quelles garanties d'efficacité et d'innocuité ? Poussés par la pression de la pandémie, fabricants et institutionnels de la santé publique intensifient leurs recherches pour élaborer les bonnes pratiques de l'épuration de l'air intérieur, complémentaire à la ventilation des locaux.

Photo © Fellowes

Installer en hauteur un purificateur d'air évite d'aspirer les poussières du sol et de rejeter l'air au niveau du visage. Ce modèle (*Fellowes Aeramax*) associe filtre à charbon et filtre papier à haute efficacité Hepa (High-efficiency particulate air).



**É** purer, ou purifier l'air intérieur, n'est pas un souci qui date de l'apparition de la Covid19. Il y a 20 ans déjà était créé l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI), pour connaître l'exposition des populations à la pollution de l'air intérieur (1). Acariens, pollens, allergènes d'animaux de compagnie, Composés organiques volatils (COV), fibres minérales artificielles, fumée de tabac, d'encens ou de cuisson, bactéries, virus variés et moisissures ne sont que les plus connus du cocktail des polluants qui peuvent impacter le confort, le bien-être et la santé des occupants. Les risques d'allergies, de troubles respiratoires et cardiovasculaires, de cancers, sont suffisamment préoccupants pour la santé publique pour que ce soient les ministères en charge du Logement, de la Santé et de l'Environnement qui pilotent l'OQAI, organisé en réseau de partenaires scientifiques, professionnels et associations de consommateurs.

Améliorer la qualité de l'air intérieur passe d'abord par une réduction à la source des polluants présents dans les locaux, et par l'évacuation de l'air vicié et son remplacement par de l'air extérieur, dont les polluants sont moins concentrés. L'aération et la ventilation des locaux occupés seront toujours indispensables pour évacuer le gaz carbonique issu de notre respiration et apporter de l'oxygène. Cela paraît une évidence, vu qu'un épurateur d'air aspire l'air de la pièce pour l'y rejeter. Mais certaines allégations sur les purificateurs d'air relèvent de la pensée magique, qui en ferait une panacée créant de l'air sain. Imagine-t-on un aquarium avec un filtre mais sans aérateur ?

Les professionnels de la qualité de l'air, bureaux d'études et industriels, savent qu'ils doivent produire les preuves de l'efficacité et de l'innocuité de leurs solutions, dans une démarche de qualité associant les organismes scientifiques et techniques publics en charge de l'évaluation des technologies, des résultats et de la sécurité des épurateurs d'air.

### **Des technologies variées**

Les technologies de purification de l'air intérieur se répartissent en deux grandes familles, celle de la captation des polluants et celle de leur destruction physico-chimique.

Les filtres à charbon actif sont destinés à capturer les COV et autres molécules gazeuses responsables de mauvaises odeurs. Les polluants sont adsorbés à la surface des supports carbonés microporeux. L'efficacité de ces filtres est diminuée par une atmosphère très humide, l'eau saturant le charbon.

Les filtres Hepa (High-efficiency particulate air), filtres à air à haute efficacité, doivent être capables de filtrer, en un passage, au moins 99,97 % des particules de diamètre supérieur ou égal à 0,3 µm, selon la norme européenne et française EN 1822-1, appliquée depuis 2019. Les classes de filtres Hepa H13 et H14 ont un taux d'efficacité respectif de 99,95 % et de 99,995 % sur les particules de 0,1 micron (soit 100 nanomètres). Ces particules fines sont dites « PM0.1 ». Les >>>

(1) Site de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur : <https://www.oqai.fr/fr>

filtres H13 laissent passer 50 particules de 0,1 µm par litre d'air. Les H14 en laissent passer dix fois moins, mais au prix d'un ralentissement du flux d'air traversant le filtre, ce qui entraîne une plus grande dépense d'énergie pour obtenir un même débit efficace.

Un filtre Hepa est composé d'une membrane de fibres (de papier ou autre) fortement plissée pour développer une grande surface de contact dans un volume minimum. Les particules en suspension dans l'air sont capturées par quatre phénomènes physiques différents. Les particules et gouttelettes supérieures à 1 µm ont assez d'énergie cinétique pour impacter directement les fibres du filtre. L'attraction électrostatique et la force de Van der Waals (force d'attraction intermoléculaire à très courte distance) interceptent les particules plus légères, jusqu'à 0,1 µm. Les particules ultrafines, en deçà de 0,1 µm comme les aérosols, ont un mouvement aléatoire dit « brownien » qui les fait percuter les fibres du filtre, sur lesquelles elles se fixent également par la force de Van der Waals. Les filtres Hepa 13 et au-delà peuvent donc capturer à la fois des microparticules et des nanoparticules (2). Autre technique de captation, la production d'ions dans l'air, par décharge électrique d'une pointe métallique sous tension de plusieurs milliers de volts, est aussi employée pour débarrasser l'air de toutes les tailles de particules. Les ions négatifs produits en grand nombre autour des aiguilles des ioniseurs (plasma froid) chargent négativement les particules en suspension dans l'air, qui sont de ce fait attirées et fixées fortement par des forces électrostatiques aux surfaces reliées à la terre, principalement au sol.

Pour détruire les polluants, certains appareils utilisent la photocatalyse, phénomène physique reposant sur l'activation d'un semi-conducteur par la lumière. En l'occurrence, une surface recouverte de dioxyde de titane TiO<sub>2</sub>, soumise à un rayonnement UV, va produire un potentiel d'oxydoréduction. Les radicaux libres formés vont décomposer par oxydation les molécules rencontrées dans l'air.

Des fabricants proposent également des purificateurs d'air par lampe UV : les UV-C (longueur d'onde entre 200 et 280 nanomètres) ont une efficacité germicide et les UV-V (longueur d'onde entre 100 et 200 nanomètres) dégradent les COV.

## Évaluer l'innocuité des épurateurs d'air

La première des qualités attendue d'un procédé de dépollution de l'air est qu'il ne génère pas une nouvelle pollution aérienne. Or, à ce titre, les phénomènes physico-chimiques de photocatalyse, de rayonnement UV et de décharge électrique présentent des risques de production d'ozone, d'oxydes d'azote et de composés potentiellement dangereux, issus de la dégradation des polluants chimiques initiaux. L'ozone (O<sub>3</sub>) est un gaz irritant pour la peau et surtout

pour les yeux et les muqueuses. Si son fort pouvoir oxydant lui donne des capacités désodorisantes et désinfectantes recherchées pour certaines applications de traitement des locaux en l'absence d'occupants, les épurateurs d'air, quant à eux, doivent en émettre très peu, voire pas du tout. Dans son rapport d'expertise collective de septembre 2017 (3), l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) relève que l'État de Californie fixe une limite réglementaire d'émission d'ozone des épurateurs d'air à 0,05 ppm.

L'Anses note également que « les dispositifs d'épuration de l'air intérieur peuvent dégrader la qualité de l'air intérieur en générant de nouveaux polluants ». Par exemple, la dégradation incomplète de l'éthanol par photocatalyse conduit à la formation de formaldéhyde. Autre exemple, l'ozone émis par un épurateur à plasma forme des particules de polluants secondaires par réactions avec les terpènes de l'air.

D'où la prudence des scientifiques travaillant sur la qualité de l'air intérieur quant aux procédés physico-chimiques de traitement de l'air. Fabien Squinazi, médecin biologiste, et membre du Haut Conseil de la santé publique (HCSP), cite l'exemple de la photocatalyse : « Certaines publicités promettent de créer de l'air sain. On donne confiance aux personnes allergiques sans tenir compte de la qualité de l'air initiale. S'il y a déjà des molécules polluantes, il y a un risque de réactivité chimique et de production de substances secondaires toxiques, comme des oxydants ou le formaldéhyde. Donc, quand on ne connaît pas la qualité de l'air dans un local, on ne prend pas ce risque. »

Fabien Gérardin, responsable d'études des moyens technologiques d'amélioration de la qualité de l'air intérieur à l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), souligne de son côté que « pendant la pandémie, le risque chimique est toujours présent. Il y a une dizaine d'années déjà, à l'apparition des épurateurs d'air autonomes couplant filtration et oxydation, l'INRS avait alerté sur le phénomène de décomposition incomplète des COV comme le toluène, les pinènes et limonènes par photocatalyse ou plasma, avec production de composés potentiellement dangereux pour la santé, y compris des agents chimiques ayant des effets cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction. En revanche, s'il y a une séparation préalable des COV par charbon actif, par exemple en amont de la photocatalyse, le risque de production et de relargage de sous-produits toxiques dans l'environnement est significativement réduit à condition que le filtre à charbon actif ne soit pas saturé. Comme ni le charbon actif ni la photocatalyse ne sont vraiment efficaces sur les virus, mais relativement efficaces tous les deux contre les COV, il n'y a plus beaucoup d'intérêt à la photocatalyse en aval ou même en amont du filtre à charbon. »

L'INRS alerte également sur les risques pour la peau et les yeux des UV-C. De plus, « certaines lampes fortement énergétiques émettent un rayonnement dans le domaine UV lointain avec pour conséquence la production d'ozone dans des proportions non négligeables » (4).

Aux yeux des experts de l'INRS, de l'Anses et du HCSP, les filtres Hepa ne présentent pas ces risques, mais ils sont inefficaces contre la pollution ▶▶▶

## PURIFICATEURS AUTONOMES OU INTÉGRÉS ?

Notons que les filtres Hepa sont un obstacle à l'écoulement de l'air, entraînant une perte de charge importante. Les appareils deviennent énergivores pour un débit élevé. C'est aussi la raison pour laquelle les professionnels de la Ventilation mécanique contrôlée (VMC) déconseillent d'inclure dans les circuits de VMC et les Centrales de traitement de l'air (CTA) des cassettes de filtres Hepa.

Les technologies d'épuration sans filtres Hepa ne présentent pas cet inconvénient et font l'objet de R&D pour s'intégrer dans les VMC et les CTA. Concernant ce type de technologie, Fabien Squinazi, médecin biologiste et membre du Haut Conseil de la santé publique (HCSP), apporte une précision : les études qu'il a menées en 2015 avec le Cetiat (1) sur ces dispositifs intégrés en CTA « ne montraient pas une grande efficacité du fait de vitesses de passage très élevées ». ■

(1) Centre technique des industries aéronautiques et thermiques.

(2) Étude de la Nasa (2016) Submicron and nanoparticulate matter removal by Hepa-rated media filters and packed beds of granular materials (J.-L. Perry, J.H. Agui et R. Vijayakumar).

(3) Avis de l'Anses du 29 septembre 2017 relatif à l'identification et l'analyse des différentes techniques de l'épuration de l'air intérieur émergentes – Saisine n° 2012-SA-0236.

(4) Communiqué de presse de l'INRS du 19 novembre 2020 : « Covid-19 et prévention en entreprise ».

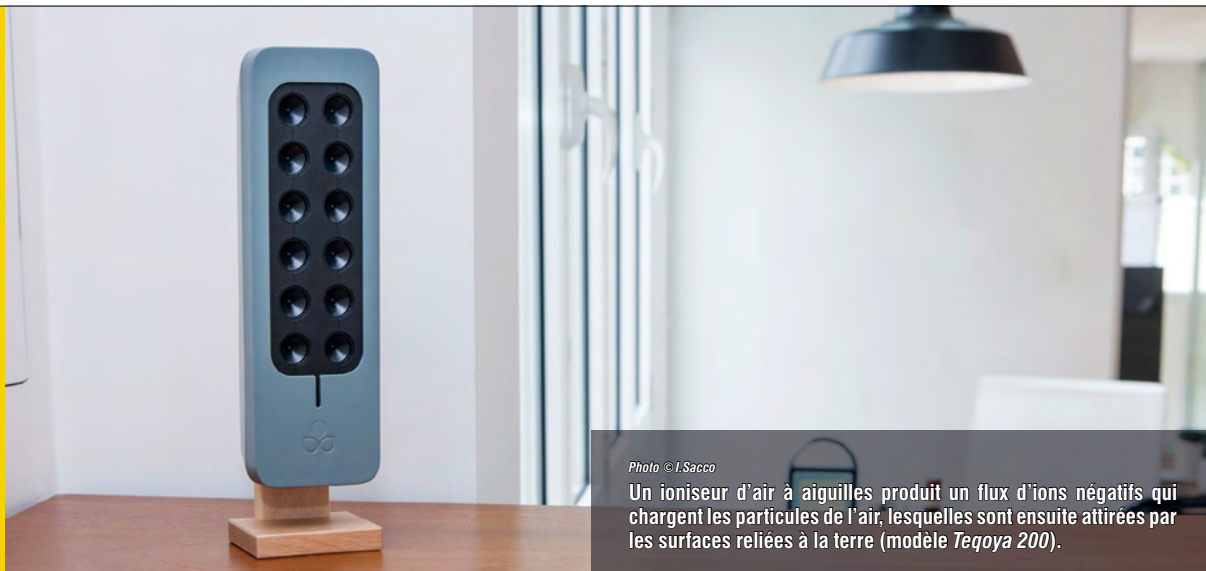


Photo © I.Sacco

Un ioniseur d'air à aiguilles produit un flux d'ions négatifs qui chargent les particules de l'air, lesquelles sont ensuite attirées par les surfaces reliées à la terre (modèle Teqoya 200).

# L'ÉPURATION PAR IONISATION

En matière de filtration de particules solides ou liquides dans un gaz, le principe de charger électriquement ces particules indésirables pour ensuite les piéger sur un collecteur par une force électrostatique est connu et pratiqué depuis des décennies par les industriels, par exemple pour capturer les suies d'une fumée avant son rejet dans l'atmosphère.

L'électrofiltration est une technique mature qui utilise des plaques sous haute tension électrique, qui produisent des ions, lesquels, se fixant sur les particules, vont les charger négativement ou positivement. Des plaques conductrices sous tension (électrodes) attirent et captent les particules ionisées. Inconvénient : la formation d'ozone en quantité non négligeable, rédhibitoire pour des épurateurs d'air intérieur.

## Piéger les particules

C'est pourquoi la technologie des ioniseurs d'air, employée pour piéger les particules dans l'air intérieur, est fondée sur la « décharge couronne », ou « effet corona », phénomène physique de production intense d'ions à la pointe d'une aiguille sous une tension de plusieurs milliers de volts. Le nuage d'ions formés à la pointe de l'aiguille à partir des éléments chimiques gazeux présents, constitue un



Photo © Teqoya

1

▲ ▼ L'électrofiltre Teqoya EHT2-EFT2 est destiné à épurer l'air entrant dans les bâtiments (photo n° 1). Il charge négativement les particules d'air extérieur entrant, captées ensuite par les plaques du filtre chargées positivement (photo n° 2).

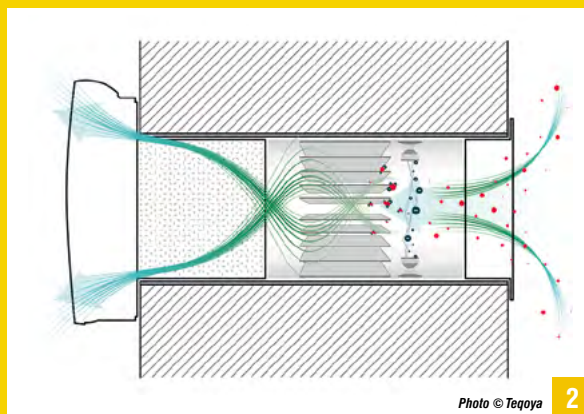


Photo © Teqoya

2

« plasma froid ». L'ion  $O_2^-$ , qui représente environ 95 % des espèces chargées négativement, est plus stable que les autres ions négatifs primaires, tels que  $O^-$  et  $OH^-$ . Si la décharge couronne des ioniseurs à aiguilles produit moins d'ions que les électrofiltres à fil ou à plaques, en revanche, la quantité d'ozone formée est très faible : Longwen Chen a pu le mesurer en 2016, à l'occasion de sa thèse (1). Testant les deux modèles TIP4 et TIP8 d'ioniseur d'air du fabricant français Teqoya, le chercheur a mesuré une augmentation de concentration d'ozone « faible et toujours inférieure à 9 ppbv (2). Cette valeur permet de respecter la norme proposée par l'OMS (3) ». Pierre Guitton est le fondateur et directeur scientifique de la société Teqoya, qui a lancé en 2016 ses premiers ioniseurs d'air à aiguilles. En 2022, en partenariat avec le fabricant de systèmes de ventilation Aldes, la jeune



(1) Étude expérimentale de la décharge couronne pour le traitement de l'air intérieur : COV et particules (13 décembre 2018) : thèse de doctorat énergétique et génie des procédés, communauté Université Grenoble-Alpes, laboratoire LOCIE, UMR 5271, CNRS-USMB, M. Longwen Chen.

(2) Soit 9 milliardièmes du volume =  $9 \cdot 10^{-9}$ .

(3) Points de repère sur la concentration d'ozone : l'objectif de qualité de l'air en France pour la protection de la santé humaine est de  $120 \mu g/m^3$  (60 ppb) au maximum ; le plafond d'émission d'ozone par un purificateur d'air selon la norme CE, à 5 cm de la sortie d'air, est de  $100 \mu g/m^3$  (50 ppb).

## L'ÉPURATION PAR IONISATION – SUITE

ILLUSTRATION N° 1

## Suivi temporel des concentrations particulaires après ouverture de la fenêtre

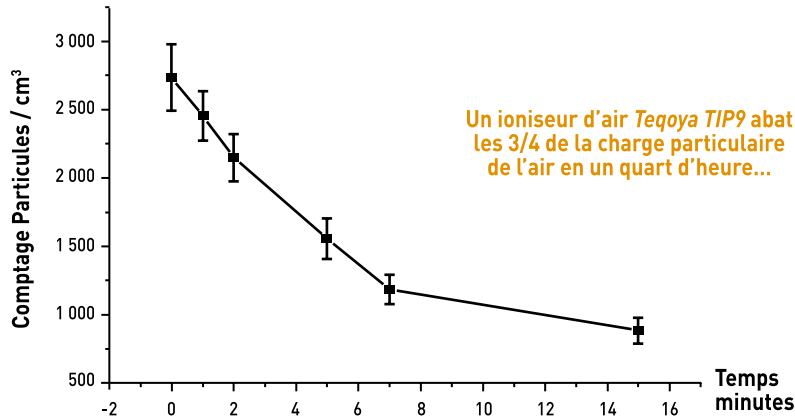
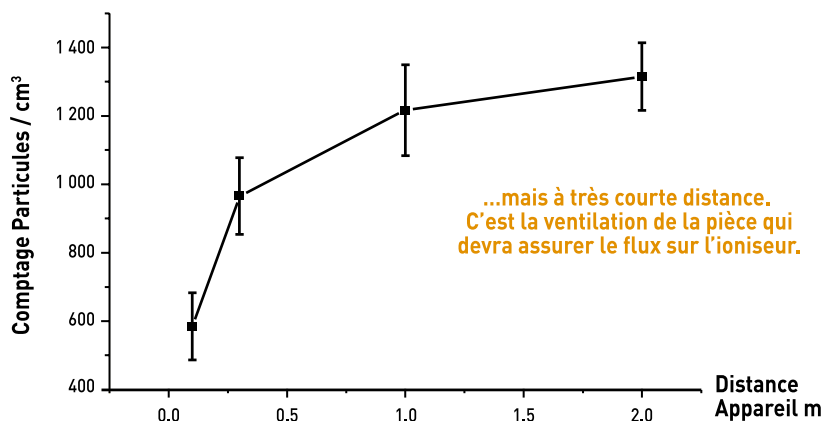


ILLUSTRATION N° 2

## Évolution des concentrations en fonction de la distance au ioniseur



Source : Certam (Centre d'étude et de recherche technologique en aérothermique et moteur)

entreprise mettra sur le marché le filtre électrostatique Alana pour compléter une VMC, et un autre filtre pour entrées d'air pour le résidentiel. Avantages : filtration d'air entrant sans risque d'obturation, très peu de perte de charge et filtre nettoyable, sans consommables. L'ingénieur explique la démarche de tests d'innocuité et d'efficacité des ioniseurs Teqoya : « Les ioniseurs ne peuvent être testés selon la norme B44-200, qui présuppose une entrée et une sortie d'air.

Or les ions migrent par attraction électrostatique, sans ventilateur. Pour produire des preuves d'innocuité et d'efficacité, nous avons fait appel à des laboratoires expérimentés en pollution de l'air, comme le Certam et le LOCIE (4) en France, ainsi qu'à des laboratoires coréens et chinois pour le marché asiatique. Contrairement à la norme d'essai B44-200 qui utilise des microbilles de polystyrène comme particules de test, le Certam utilise un protocole échelle 1 avec une vraie pollution, la fumée de

cigarette, ou encore en situation réelle dans une vraie chambre d'une habitation. » Les rapports d'essais sont accessibles sur le site de la société (5) qui les publie en toute transparence.

### Traiter l'air en permanence

Pierre Guillon positionne cette technologie de capture des particules par rapport aux épurateurs à filtres Hepa ou à charbons : « Les électrons libres arrachés aux molécules gazeuses par l'effet de pointe qui génère un champ électrique très fort dans l'air, acquièrent une

énergie de collision suffisante pour arracher un autre électron, entraînant une réaction en chaîne de formation d'ions positifs et d'électrons libres. Ces électrons libres s'accrochent à des particules pour former des ions négatifs. Une électrode négative attire les ions positifs alors que les ions négatifs s'en éloignent et se repoussent entre eux, dans un mouvement de dérive appelé "vent ionique". Les particules chargées négativement sont attirées par les surfaces reliées à la terre, meubles, sol, où elles se fixent durablement par des forces électrostatiques. On n'a pas trouvé de particules insensibles à l'ionisation. Les tests d'abattement sont comparables entre polluants particuliers : fumée de cigarette ou d'échappement automobile, microgouttes d'eau ou d'huile, poussières minérales, bactéries. » Concernant la Covid19 dont le virus est transporté par des aérosols respiratoires : « Nous avons fait tester un ioniseur avec le virus H1N1. On élimine bien le vecteur aérien, mais que conclure sur le risque viral, quand il y a aussi une transmission par contact ? La plupart des particules ionisées, surtout micro et nanométriques, restent collées aux surfaces, même avec ventilation. Au contraire des épurateurs à ventilateurs, dont le bruit peut entraîner une sous-utilisation par l'occupant de la pièce, nos ioniseurs fonctionnent tout le temps, sans bruit, pour une très faible dépense énergétique. C'est un traitement de fond, permanent, de la pollution particulaire de l'air intérieur, pas seulement pendant un pic de pollution. La sphère d'influence d'un ioniseur a un rayon de 2 mètres. L'effet de dépollution globale d'une pièce sera obtenu par la circulation de l'air. Dernier avantage : pas de filtres à changer, pas de déchets produits, pas de coût de maintenance. » ■

(4) Centre d'étude et de recherche technologique en aérothermique et moteur, et le Laboratoire optimisation de la conception et ingénierie de l'environnement.

(5) Apports d'essais accessibles sur le site : <https://www.teqoya.fr/purificateur-air-efficacite/>.

## “Le débit d’air épuré (et non le débit du ventilateur de l’appareil) est une caractéristique fondamentale d’un épurateur d’air car il permet de choisir l’appareil le plus adapté au volume de la pièce à traiter”

chimique. Néanmoins, Fabien Squinazi, rapporteur du Conseil scientifique de l’Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa), attire l’attention sur « la perception de sécurité que les occupants des locaux équipés de ces dispositifs pourraient être amenés à éprouver, potentiellement à tort, en l’absence d’efficacité avérée. Cette perception est susceptible d’entraîner un moindre respect des autres mesures d’amélioration de la qualité de l’air intérieur : aération, ventilation, réduction des émissions biologiques (port du masque dans un espace clos) ou chimiques : tabagisme, désodorisants, encens, bougies, produits ménagers... » (5).

Des épurateurs d’air peu efficaces peuvent donc être contre-productifs. D’où la nécessité d’évaluer l’efficacité des solutions mises sur le marché.

### Tester l’efficacité des purificateurs d’air

On comprend aisément qu’un appareil dont les joints autour des filtres laisseraient passer l’air n’aurait en réalité pas du tout les performances du filtre lui-même, testé seul. De même, quelle efficacité d’un appareil qui ne brasserait l’air d’une pièce que partiellement, par mauvais positionnement ou par manque de débit ?

Fabien Squinazi porte avec constance l’exigence de l’évaluation de l’efficacité réelle, *in situ*, des épurateurs d’air. Il explique cette démarche de progression vers une certification de qualité pour ces appareils, quelle que soit leur technologie : « Si ces technologies sont classiquement testées en laboratoire pour mesurer leur efficacité (premier niveau de test), il manquait une norme pour définir des conditions standardisées pour des essais de performance des appareils eux-mêmes, utilisant une ou plusieurs de ces technologies (deuxième niveau de test). Après plusieurs années d’études financées par l’Ademe et le ministère de la Santé, j’ai contribué à la rédaction de la norme expérimentale française NF B44-200 qui a été publiée en mai 2011, puis confirmée en mai 2016. »

« Cette norme française, précise Fabien Squinazi, teste les performances intrinsèques des épurateurs d’air quelles que soient les technologies utilisées, mesure l’efficacité de ces appareils en injectant dans un banc d’essais des polluants chimiques (un mélange classiquement rencontré en air intérieur), des particules, des micro-organismes et des allergènes. Elle permet de qualifier l’épurateur d’air par son débit d’air épuré – ou “CADR” (6) – et par l’identification et la quantification de substances secondaires générées par les traitements physico-chimiques. »

Le débit d’air épuré (et non le débit du ventilateur de l’appareil) est une caractéristique fondamentale d’un épurateur d’air car il permet de choisir l’appareil le plus adapté au volume de la pièce à traiter. Ainsi, un appareil qui pourrait brasser l’air d’une pièce de nombreuses fois par heure (au moins cinq fois) sera plus

efficace qu’un appareil au débit d’air épuré plus restreint. Pour Fabien Squinazi, « l’usage de cette norme est volontaire et peu de fabricants l’appliquent, alors qu’aux États-Unis, la mention du CADR, selon une norme réalisée avec des particules, est obligatoire sur l’appareil. Mais si ceci est nécessaire, ce n’est pas suffisant, car on ne peut pas transposer les performances d’un appareil sur un banc d’essais à une situation réelle d’utilisation. En effet, de nombreux facteurs vont interférer avec l’efficacité d’un épurateur d’air : émissions ponctuelles ou permanentes de polluants, positionnement de la bouche de soufflage d’air pour bien brasser l’air de la pièce, géométrie de la pièce et obstacles temporaires ou permanents aux flux d’air générés par l’appareil – d’où l’importance du lieu d’implantation de l’appareil dans la pièce –, entretien de l’appareil avec la pose et la dépose des filtres, interférences avec l’aération et la ventilation de la pièce, niveau sonore de l’appareil... D’où la nécessité de faire, comme le recommande le Haut Conseil de la santé publique, une étude technique préalable avant toute implantation dans un lieu collectif et de donner aux particuliers un mode d’emploi détaillé. »

### Plateforme expérimentale et conditions réelles

L’idée est de privilégier les tests en conditions réelles. Un avis partagé par Fabien Squinazi qui précise : « Nous préconisons de faire des tests en configuration réelle d’activité dans la pièce où sont installés les épurateurs d’air (troisième niveau de tests). Une plateforme expérimentale vient d’être mise en place par la Fédération interprofessionnelle des métiers de l’environnement atmosphérique, la Fimea, avec ma collaboration scientifique, pour tester des appareils *in situ* dans un local en activité. Les objectifs sont de vérifier la réduction du nombre observé de particules de différentes tailles en suspension dans l’air d’un local, avec des épurateurs d’air à filtres, et ceci de manière homogène en maillant la pièce de capteurs de particules. Une étude de faisabilité de ce protocole d’essais est en cours. Cette plateforme expérimentale devrait permettre aux fabricants d’optimiser l’efficacité de leurs appareils d’épuration d’air. Nous travaillons d’abord avec des unités mobiles de filtration d’air ; puis des essais seront faits avec d’autres technologies d’épuration d’air. »

« Si le montage des filtres Hepa à haute performance est bien étanche et si l’appareil a un débit adapté au volume à traiter, complète de son côté Fabien Gérardin de l’INRS, cela peut constituer une réponse intéressante contre le risque microbiologique. La question de la maintenance est centrale. La durée d’efficacité du filtre dépend de son colmatage, lié à la propreté de l’air ambiant. >>>

(5) Note de l’Appa (juin 2021) : Quelle place donner aux dispositifs mobiles d’épuration de l’air intérieur dans le cadre de la lutte contre la propagation du virus SARS-CoV-2 dans les espaces clos ?

(6) Clean air delivery rate.

Les filtres Hepa entraînent une grosse perte de charge aéroluque : ils sont énergivores pour des débits élevés. Nous invitons à suivre le mode opératoire des fabricants. Nous travaillons dans une pièce d'essai à évaluer l'efficacité des épurateurs d'air sur des particules biologiques non-pathogènes, des virus phages. À plus long terme, nous étudierons le devenir des particules biologiques sur les filtres, pour sécuriser la maintenance. Une des pistes : les systèmes intégrés utilisant UV et chaleur pour tuer au niveau des filtres les champignons, les bactéries et les virus.»

## Mesurer pour connaître

Étienne de Vanssay, directeur du bureau d'études Rincent Air et président de la Fimea, a plus de 20 ans d'expérience dans l'étude et la mesure de la qualité de l'air intérieur des bâtiments. Cet expert en métrologie décrit le contexte du marché des épurateurs d'air : « La filière interprofessionnelle de la qualité de l'air est en train de se constituer avec la Fimea. Elle ne donnera confiance que par une logique de qualification. Il faut voir ailleurs pour transposer ce qui existe. Sinon, faire émerger, dans une logique de confiance. Un consensus émerge sur l'utilité, l'efficacité et l'innocuité de la filtration des particules par filtres Hepa. Il faut maintenant la qualifier, mesurer pour connaître et connaître pour agir. Une étude de faisabilité de tests in situ est lancée par la Fimea, en collaboration avec le docteur Squinazi. Puis nous évaluerons une plus grande gamme de systèmes. » Plusieurs tests réalisés en 2014 ont pointé le risque de production de polluants secondaires par certains appareils lancés trop vite sur le marché. « Ces technologies, poursuit-il, souffrent encore de la persistance de préjugés consécutifs à ces contre-performances. Il y a un risque à aller trop vite. En pratique, avant d'installer un système d'épuration de l'air, il faut un diagnostic préalable. Mais en France, on ne mesure pas, on met un appareil. »

« La difficulté, conclut-il, est de rendre visible l'invisible. L'air n'a pas de valeur, il est considéré comme un dû, un bien public. La Covid met en avant l'importance de la qualité de l'air pour le grand public, d'où le développement du marché des capteurs et celui des purificateurs. Je plaide pour que les pouvoirs publics mettent des normes sur la "respirabilité de l'air", comme il y en a pour la potabilité de l'eau. »

## Un moyen complémentaire au renouvellement d'air

Fabien Gérardin est très clair sur le sujet : « Des épurateurs d'air peuvent être utiles, mais en complément de la ventilation, jamais à sa place. L'apport minimal réglementaire d'air neuf dans les bureaux, indispensable pour évacuer le CO<sub>2</sub>, est de 25 m<sup>3</sup>/h par personne. »

Citant la fiche pratique de sécurité ED 149 de janvier 2021 de l'INRS, le Haut Conseil de la santé publique relève, concernant le SARS-Cov-2 et les épurateurs d'air intérieur, que « seuls les dispositifs équipés de filtres Hepa de classe minimale H13, selon la norme EN 1822-1, permettent d'arrêter efficacement les aérosols susceptibles de porter le virus, à condition d'un entretien régulier suivant les préconisations du fournisseur. Il est fortement déconseillé de choisir des appareils utilisant un traitement physico-chimique de >>>>

**« Des épurateurs d'air peuvent être utiles, mais en complément de la ventilation, jamais à sa place. L'apport minimal réglementaire d'air neuf dans les bureaux, indispensable pour évacuer le CO<sub>2</sub>, est de 25 m<sup>3</sup>/h par personne »**

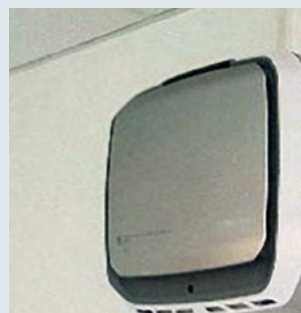


1 Photo © Fellowes

▲ 1 Le purificateur d'air Fellowes Aeramax associe un filtre à charbons et un filtre à haute efficacité Hepa 13. Un joint assure l'étanchéité autour des filtres.

▶ 2 Purificateur d'air à filtre Hepa 13 Fellowes Aeramax III fixé au mur dans la salle de repos de la crèche de Coesfeld-Rosendahl.

▼ 3 La salle de repos de la crèche a un volume de 47 m<sup>3</sup> avec l'aération par ouverture de la fenêtre.

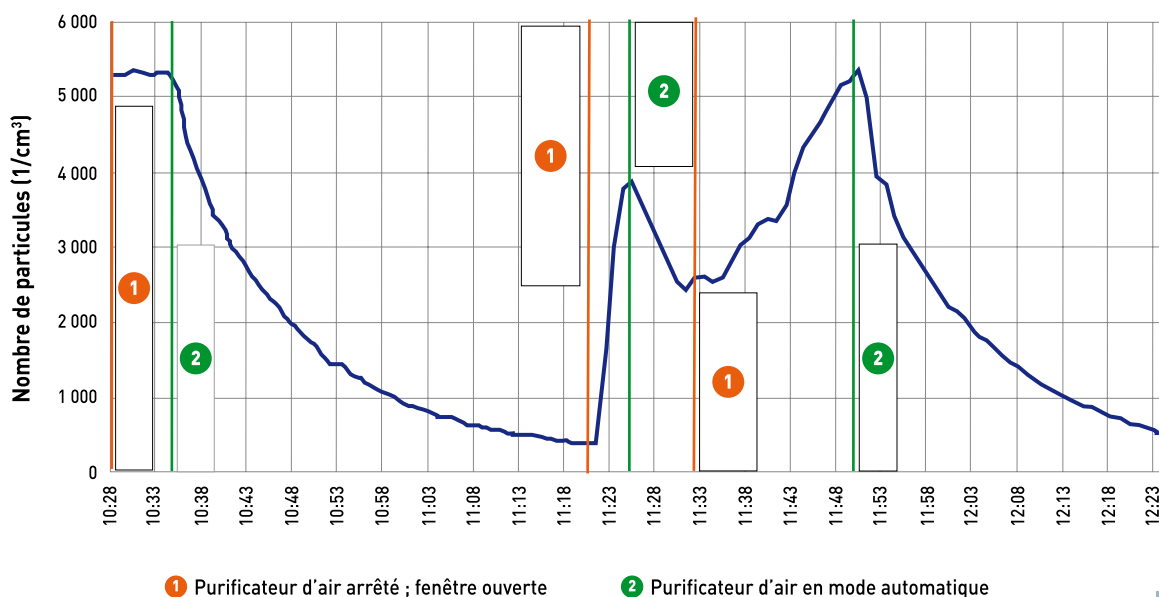


2 Photo © Wesselmann



3 Photo © Wesselmann

## Courbe de la concentration en particules ultrafines (0,02-0,1 µm) dans l'air de la salle de repos, dont la porte reste ouverte sur la salle de groupe



1 Purificateur d'air arrêté ; fenêtre ouverte

2 Purificateur d'air en mode automatique

Illustration © Wesselmann

4

# ÉTUDE D'EFFICACITÉ EN CONDITIONS RÉELLES

Le bureau d'études du chimiste allemand Martin Wesselmann a réalisé en décembre 2020, pour le compte des entreprises Faro et Fellowes, deux études sur l'efficacité des purificateurs Fellowes modèle AeraMax PRO en conditions réelles d'utilisation, dans une maison de retraite et dans une crèche (1). Ces appareils associent un filtre à charbons actifs avec un filtre Hepa 13.

Les deux rapports d'étude convergent pour montrer que la concentration de particules fines (1-10 µm) et ultrafines (0,02-0,1 µm) est réduite d'au moins 80 % en une demi-heure, en présence des occupants. Les détails des conditions d'étude et les résultats des mesures dans la crèche permettent d'évaluer l'intérêt des purificateurs d'air dans des locaux à usage collectif, dont la ventilation était naturelle, par ouverture des portes et fenêtres. Les mesures ont été prises dans trois pièces de la crèche :

- la salle de groupe (120 m<sup>3</sup>) était équipée du modèle AM IV fixé au mur au milieu de la pièce ;
- la salle de repos (47 m<sup>3</sup>) d'un AM III fixé au mur au milieu de la pièce ;

- et la salle de sport (225 m<sup>3</sup>) de deux purificateurs AM IV fixés au mur.

Durant la prise de mesures, 10 à 12 enfants et jusqu'à 4 adultes étaient en activité. La courbe de concentration des particules ultrafines sur deux heures dans la pièce de repos, porte ouverte sur la salle de groupe, montre des variations significatives en fonction de la mise en route du purificateur et de l'ouverture de la fenêtre (voir illustration n° 4 ci-dessus). La mise en route du purificateur divise par un facteur 10 la concentration en particules ultrafines en 45 minutes. L'appareil est arrêté 5 minutes pendant lesquelles la fenêtre est ouverte. La charge particulaire remonte en flèche. Une remise en route de 8 minutes entraîne une nouvelle

réduction de concentration. Une nouvelle aération fenêtre ouverte et appareil arrêté pendant un quart d'heure remonte le taux au niveau initial de 5000 par cm<sup>3</sup>. Puis le fonctionnement de l'épurateur réduit à nouveau le taux à 500 par cm<sup>3</sup> en une demi-heure, suivant la même cinétique que précédemment. L'explication de la remontée de la pollution aux particules ultrafines quand la fenêtre est ouverte n'est pas donnée dans le rapport. On peut émettre deux hypothèses :

- soit la pollution extérieure est très importante et entre dans la pièce ;
- soit le courant d'air créé entre la salle de groupe et la salle de repos par la porte

ouverte déplace les aérosols de la pièce principale vers la pièce voisine.

Ce qui montre, par défaut, l'utilité d'un réseau de VMC bien conçu pour éviter de déplacer la pollution aérienne d'une pièce de vie à une autre. Ces mesures en conditions réelles, riches d'enseignements, prouvent l'intérêt de les normaliser pour évaluer objectivement les performances des appareils, en situation réelle. Utilisateurs, prescripteurs et fabricants, tout le monde y trouvera intérêt.

« Mesurer pour connaître, connaître pour agir », le credo d'Étienne de Vanssay, président de la Fimea, prend ici toute sa valeur... ■

(1) Études sur l'efficacité du modèle de purificateur d'air AeraMax PRO dans une crèche en conditions réelles d'utilisation, diagnostic bâtiment Wesselmann (Hambourg), 6 janvier 2021.





Photo © Fellowes

l'air (catalyse, photocatalyse, désinfection par UV, plasma, ozonation, charbons actifs) dont l'efficacité de destruction des virus dans l'air est difficile à vérifier et qui, pour certains, peuvent impacter négativement la qualité de l'air intérieur à la suite d'une dégradation incomplète de polluants chimiques conduisant à la formation de composés potentiellement dangereux pour la santé. Enfin, il est nécessaire de vérifier que ces "épurateurs" d'air intérieur n'engendrent pas des vitesses d'air trop élevées dans les locaux, pour limiter la dispersion des gouttelettes» (7).

Pilote du groupe de travail «Épurateurs d'air» de la Fimea, et responsable Grands comptes du fabricant Fellowes, Charles-Henri Dornbierer insiste, pour sa part, sur le renouvellement de l'air et la stratégie globale recherchée: «La ventilation vient avant tout. Mais apporter un air neuf ne veut pas dire apporter un air sain. En quelques minutes, une atmosphère peut être chargée en gouttelettes d'origine respiratoire. Et en hiver, l'aération devient compliquée. La purification est très complémentaire à la ventilation, elle participe à la stratégie d'amélioration de la qualité de l'air intérieur; il faut donc combiner tous les moyens. La prévention des contaminations aériennes passe par une stratégie globale, associant capteurs de CO<sub>2</sub>, aération, ventilation, purificateurs et gestes barrières. Un purificateur professionnel apporte une réponse pour diminuer les éléments polluants.»

▲ Avant tout, la qualité de l'air intérieur dépend de la réduction des polluants à la source et de la ventilation. Les colles, vernis, peintures et plastiques, ainsi que les sols, les parois, les mobiliers et les jouets d'une crèche peuvent émettre de nombreux Composés organiques volatils (COV) (ici lors d'une étude sur l'efficacité de l'épurateur AeraMax PRO).

## Bien dimensionner et positionner

Concernant l'installation d'épurateurs d'air, Charles-Henri Dornbierer souligne l'intérêt d'une démarche préalable: «Il faut raisonner en "volumétrie respiratoire" car, selon l'INRS, la zone respiratoire se situe entre 1,3 et 1,8 m, il n'y a donc pas fondamentalement besoin de traiter l'air au-delà de 2,5 m. Le positionnement est fait en fonction des parois et du cloisonnement. L'aéroulque de l'appareil conduit à préconiser un purificateur par pièce. Nous proposons l'installation murale en hauteur pour éviter l'aspiration des poussières du sol et les obstacles aéroulques, et pour que le flux d'air parte en hauteur, sans sortie d'air au niveau du visage. Il faut aussi pouvoir traiter l'air ambiant efficacement mais sans gêne sonore pour les occupants. Les purificateurs Fellowes AeraMax régulent leur vitesse avec un détecteur de présence. Ce qui nécessite de prévoir un appareil dont le débit normal soit effectif en présentiel. Le choix n'est pas évident, le marché est encore trop récent et la gamme peu claire, entre des purificateurs domestiques à 200 euros pour une petite pièce et des appareils performants pour le collectif ou le médical entre 800 et 3000 euros, pour des volumes de 150 m<sup>3</sup> (maximum). Le rôle des fabricants de la Fimea est de promouvoir une étude d'efficacité en situation réelle. La collaboration pour mettre au point un protocole de test dans la vraie vie est engagée. Car il ne faut pas tester seulement le filtre, mais toute la machine, son étanchéité, son aéroulque, et son efficacité réelle. L'idée est d'aboutir à un label Fimea pour les purificateurs de toutes technologies, afin de garantir l'efficacité, l'innocuité et l'absence de gêne sonore. Et, à terme, arriver à une norme sur les purificateurs d'air».

(7) Avis du Haut Conseil de la santé publique du 21 mai 2021, relatif au recours à des unités mobiles de purification de l'air dans le cadre de la maîtrise de la diffusion du SARS-Cov-2 dans les espaces clos.