

AtmoSud

Inspirer un air meilleur



**Evaluation de l'efficacité d'un
épurateur d'air intérieur en
condition réelle d'utilisation**

Bâtiment de bureaux

Décembre 2021

RÉSUMÉ :

EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UN EPURATEUR D'AIR INTERIEUR EN CONDITION REELLE D'UTILISATION

Bâtiment de bureaux

Dans le contexte de pandémie liée à la COVID 19, les solutions d'épuration de l'air intérieur sont envisagées comme moyen complémentaire à un bon renouvellement d'air pour minimiser l'accumulation de la charge virale du coronavirus dans l'air des bâtiments. La question posée ici est celle de l'efficacité du dispositif Eurévia cPure dans des conditions réelles d'utilisation à l'intérieur des bâtiments : Son effet, est-il significatif à l'échelle d'une pièce ? Son efficacité sur les particules pouvant transporter le virus est-elle bien réelle ?

► Une épuration efficace des particules en condition réelle d'utilisation

La mise en route de l'épurateur cPure occasionne une baisse significative des niveaux de particules en nombre ou en masse (de 70 à 90 %). Les particules efficacement filtrées correspondent à la taille des aérosols émis par les occupants et qui peuvent transporter le virus SARS-CoV-2.

► Une épuration en COV négligeable par rapport à l'efficacité du renouvellement d'air

L'épuration des COV par la pré-filtration moléculaire sur charbon actif n'est que faiblement visible et ce uniquement à la vitesse maximale « décontamination ». Seule l'ouverture des fenêtres occasionne une baisse significative des concentrations en COV.

► L'utilisation de l'épurateur n'a pas d'impact positif sur le confinement

L'épurateur d'air cPure n'est pas un système de renouvellement d'air et il ne filtre pas particulièrement le CO₂, il n'a donc pas d'impact sur ces concentrations qui ne sont influencées que par la présence des occupants et l'ouverture des fenêtres.

► Des niveaux de bruit compatibles avec l'occupation en mode « silence » et « travail »

L'épurateur occasionne du bruit de fonctionnement qui est plus ou moins important en fonction des modes d'utilisation. Les modes « silence » et « travail » n'occasionnent que de légers bruits de fond mais le mode « décontamination » peut s'avérer gênant, correspondant à une ambiance sonore de type « salle de classe bruyante » (jusqu'à 68 dB).

► La principale recommandation reste le renouvellement d'air

Dans le contexte de pandémie à la covid-19, les systèmes d'épuration d'air **ne doivent pas se substituer au renouvellement d'air** qui doit rester la stratégie principale de lutte contre le virus SARS-CoV-2 dans les ambiances intérieures en complément des gestes barrière.

Les épurateurs d'air de ce type peuvent être un moyen complémentaire de réduction de certains polluants intérieurs en cas de ventilation ou d'aération insuffisante dans un local.

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie la société Eurévia pour la mise en place de cette expérimentation dans leur locaux et la mise à disposition d'un épurateur d'air cPure.

PARTENAIRES

Eurévia

AUTEURS DU DOCUMENT

Izard Mathieu

Romain Boissat

Contact

Chargé d'action territoriale : Sébastien Mathiot sebastien.mathiot@atmosud.org

Pilote de projet : Mathieu Izard mathieu.izard@atmosud.org

Date de parution

08/12/2021

Références

24AI1211 / 01 / MI-RB-DR

SOMMAIRE

1. Contexte et objectif	5
2. Epuration de l'air intérieur	6
2.1 Le système d'épuration particulaire et moléculaire mis en place dans le cadre de cette expérimentation	6
2.2 Les recommandations du Haut Conseil de Santé Publique	7
3. Méthodologie de mesure	7
3.1 Principe	7
3.2 Matériels de mesure utilisés	8
3.3 Scénarii d'occupation et de mise en marche de l'épurateur	8
4. Résultats	9
4.1 Particules	9
4.2 Composés organiques volatils	12
4.3 Confinement	13
4.4 Bruit	14
4.5 Discussions	15
5. CONCLUSION.....	16
GLOSSAIRE.....	17

LISTE DES ANNEXES

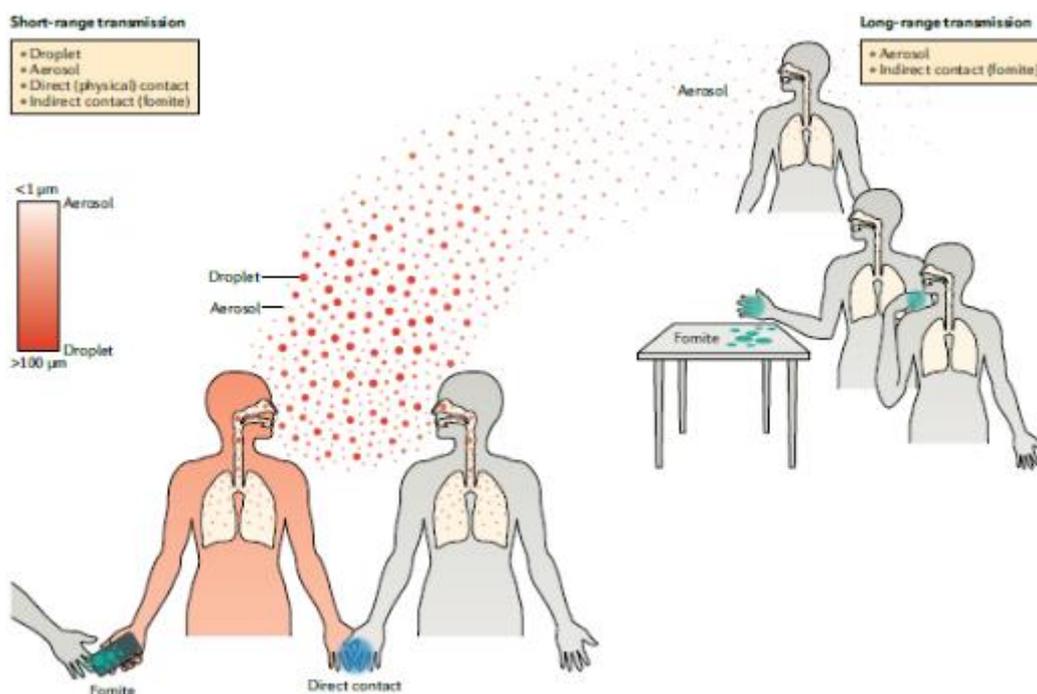
ANNEXE 1 Scénarii de mise en service de l'épurateur d'air	20
ANNEXE 2 Suivi des concentrations massiques en PM ₁₀ , PM _{2.5} et PM ₁ lors des étapes de filtrations.....	22
ANNEXE 3 Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS	23

1. Contexte et objectif

Dans le contexte de pandémie liée à la COVID 19, les solutions d'épuration de l'air intérieur sont envisagées comme moyen complémentaire à un bon renouvellement d'air pour minimiser l'accumulation de la charge virale du coronavirus dans l'air des bâtiments.

En effet, comme le mentionne l'ANSES dans sa note d'appui scientifique et technique n°2021-SA-0018 de juillet 2021, « Les arguments pris dans leur ensemble sont clairement en faveur d'une **transmission possible** de la COVID-19 par des **aérosols** chargés de particules infectieuses. ». Le schéma ci-dessous, issu du même document, permet de représenter les différentes voies de transmission des virus respiratoires.

Figure 1 : Voies de transmission courte distance et longue distance des virus respiratoires (Leung 2021)



Source : Note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la viabilité dans l'air et la dose infectante du virus SARS-COV-2¹

Ainsi, l'intérêt de la filtration et de l'épuration de l'air intérieur est mis en évidence pour permettre la réduction de la transmission à « longue portée » du virus par les aérosols chargés de particules infectieuses.

Certaines technologies d'épuration de l'air sont à prendre avec précaution en raison de leur capacité potentielle à émettre des sous-produits de réaction. Ce n'est pas le cas des technologies de filtration particulaire et moléculaire dont l'efficacité en condition de laboratoire est démontrée, notamment sur les particules fines.

La question posée ici est celle de l'efficacité d'un tel dispositif dans des conditions réelles d'utilisation à l'intérieur des bâtiments : Son effet est-il significatif à l'échelle d'une pièce ? Son efficacité sur les particules pouvant transporter le virus est-elle bien réelle ?

Ce sont les questions auxquelles AtmoSud essaie de répondre à travers cette expérimentation d'évaluation de l'efficacité de l'épurateur cPure dans les locaux de l'entreprise Eurévia.

¹ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2021SA0018.pdf>

2. Epuration de l'air intérieur

Les principes de gestion de la qualité de l'air intérieur consistent prioritairement à limiter les sources d'émissions de polluants intérieurs (matériaux, aménagements, activités...) et renouveler l'air intérieur (ventilation, ouverture régulière des fenêtres...).

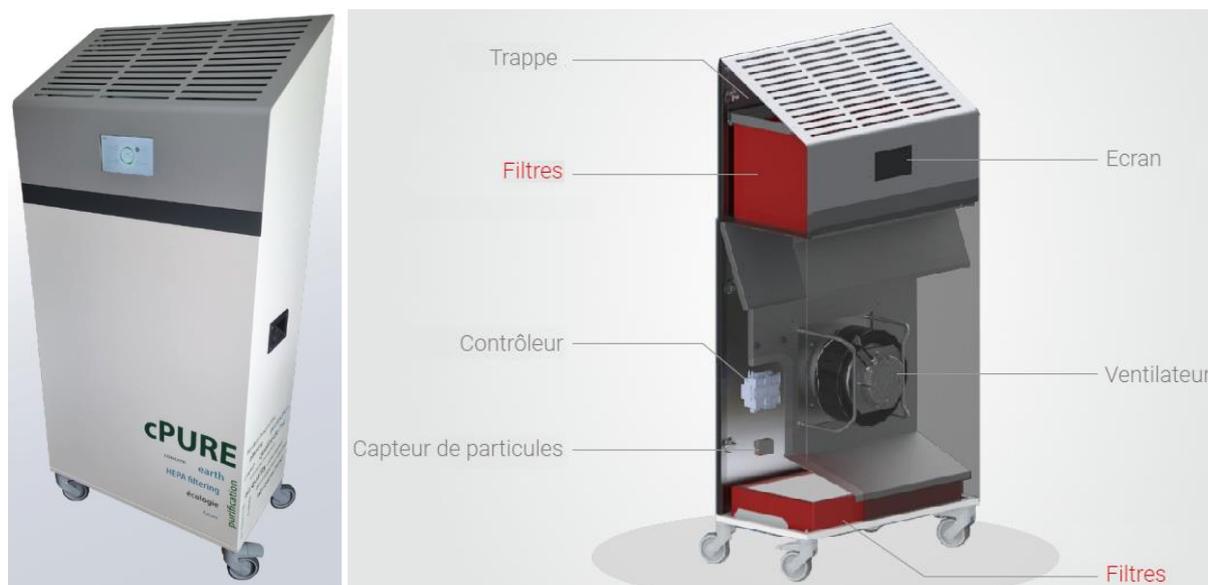
De manière complémentaire, l'épuration de l'air peut s'avérer utile en filtrant l'air neuf du système de ventilation pour limiter l'entrée des polluants extérieurs dans les zones où l'air ambiant est dégradé, ou en filtrant l'air intérieur avec des unités mobiles d'épuration pour réduire les polluants accumulés à l'intérieur.

Ainsi, la mise en place d'épurateurs d'air ne remplace pas la nécessité de renouveler l'air pour éviter l'accumulation des divers polluants et les potentiels virus présents en air intérieur. Il est à noter que cela peut occasionner des mouvements d'air qui déplacent les masses d'air et les éventuels virus qui y sont présents. Certaines technologies d'épuration de l'air peuvent émettre des sous-produits de réaction, ce qui n'est pas le cas des technologies de filtration particulaire et moléculaire dont l'efficacité en condition de laboratoire est démontrée, notamment sur les particules fines.

2.1 Le système d'épuration particulaire et moléculaire mis en place dans le cadre de cette expérimentation

Le système d'épuration expérimenté dans le cadre de cette étude est l'épurateur d'air haut débit Eurévia cPure. Son principe de fonctionnement est basé sur une filtration de type particulaire H13 et une pré-filtration moléculaire (filtre à charbon actif).

Figure 2 : Epurateur d'air Eurévia cPure



La pré-filtration moléculaire permet de retenir certains composés gazeux, notamment les composés organiques volatils.

La filtration particulaire H13 permet de filtrer les particules fines et ultrafines avec une efficacité en conditions de laboratoire de 99.95 % sur les particules supérieures à 300 nm (norme EN 1822). Cette classe de filtres laisse passer moins de 50 particules de 100 nm par litre d'air.

La vitesse maximale (10, « mode décontamination ») correspond à un haut débit de filtration de 2000 m³/h et implique des niveaux de bruits importants qui peuvent être gênants en condition d'occupation des locaux.

Deux vitesses d'utilisation intermédiaires sont possibles pour réduire la gêne liée au bruit de fonctionnement :

- Vitesse 3 (« mode silence ») : 600 m³/h
- Vitesse 4 (« mode travail ») : 800 m³/h

Nb : Afin de rester efficace les filtres de l'épurateur doivent être remplacés régulièrement.

2.2 Les recommandations du Haut Conseil de Santé Publique

Le Haut Conseil de Santé Publique a émis un avis relatif à l'utilisation de purificateurs d'air en lien avec la diffusion du SARS-CoV-2 dans les espaces clos². Le HCSP recommande de mettre en place une stratégie environnementale de maîtrise de la qualité de l'air par l'aération/ventilation dans chaque établissement recevant du public pour réduire le risque de transmission du SARS-CoV-2.

En cas de ventilation fonctionnelle et suffisante et d'aération possible dans un local, l'utilisation d'unités mobiles de purification d'air n'est pas nécessaire. En cas de ventilation (VMC) insuffisante (ou non existante) ou d'aération impossible ou insuffisante dans un local, il est recommandé de réaliser les actions chronologiques suivantes : revoir l'organisation et la jauge d'accueil ; si cela est impossible, envisager l'utilisation d'unités mobiles de purification d'air après une étude technique préalable démontrant son impact positif potentiel.

Il est à rappeler dans le contexte de pandémie à la covid-19 que les systèmes d'épuration d'air ne doivent pas se substituer au renouvellement d'air qui doit rester la stratégie principale de lutte contre le virus SARS-CoV-2 dans les ambiances intérieures en complément des gestes barrière. Le type d'épurateur d'air mis en place dans le cadre de cette expérimentation peut être un moyen complémentaire de réduction de certains polluants intérieurs en cas de ventilation ou d'aération insuffisante dans un local.

3. Méthodologie de mesure

3.1 Principe

Le principe de cette expérimentation consiste à réaliser **des mesures dynamiques de qualité de l'air intérieur** (concentrations en polluants, bruit et hygrothermie) au cours du temps lors de différents scénarii d'utilisation de la pièce et de l'épurateur d'air cPure, qui sont fonction de :

- La présence d'occupants,
- La mise en marche du système d'épuration à différentes vitesses de fonctionnement,
- L'ouverture des fenêtres donnant sur l'extérieur.

La méthodologie ne consiste pas en la mesure de la charge virale du virus SARS-COV-2 mais uniquement des particules en suspension dans l'air qui peuvent véhiculer le virus.

Les mesures sont réalisées en bord de pièce à une distance de 5 mètres l'épurateur d'air, ce qui correspond à la moitié de la distance avec le fond de la salle. En effet, dans le cadre de ces tests, il n'était pas possible d'installer les appareils de mesure au milieu de la pièce au risque de perturber l'activité et de ne mesurer que la remise en suspension des particules déposées sur la table de réunion.

² Avis 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 : <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1014>

3.2 Matériels de mesure utilisés

3.2.1 Particules

Le matériel utilisé par AtmoSud est un granulomètre (Mini WRAS) permettant la mesure de la distribution statistique des particules en nombre sur 41 gammes de 10 nm à 35 µm ainsi que l'estimation des concentrations massiques en PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁.

De manière complémentaire, la société Eurévia a mis en place son propre appareil de mesure de particules en nombre ainsi qu'un microcapteur de type Next-PM CR au même emplacement. Les mesures correspondantes ne sont pas présentées dans ce document puisque les résultats sont très similaires sur les gammes de particules communes.

3.2.2 Autres paramètres

AtmoSud a également mis en place une balise de mesure multipolluants, permettant la mesure au cours du temps des paramètres suivants :

- Composés organiques volatils (COV légers et charge globale en COV)
- Dioxyde de carbone (CO₂)
- Bruit
- Conditions hygrothermiques (température, humidité relative)

3.3 Scénarii d'occupation et de mise en marche de l'épurateur

La salle de réunion reste utilisée pendant l'expérimentation. L'appareil de mesure présente 4 modes de fonctionnement :

- Mode « silence » (vitesse 3)
- Mode « travail » (vitesse 4)
- Mode « décontamination » (vitesse 10)
- Arrêt (vitesse 0)

En fin d'expérimentation, le filtre d'origine H13 a été remplacé par un filtre plus performant H14 afin d'évaluer les différences d'efficacité en mode « décontamination ». Les filtres H14 sont plus performants, ils ont une efficacité en conditions de laboratoire de 99.995 % sur les particules supérieures à 300 nm et laissent passer 5 particules de 100 nm par litre d'air.

Il a été demandé aux occupants de noter scrupuleusement l'ensemble des informations sur le nombre d'occupants, l'ouverture des fenêtres et le mode de fonctionnement de l'épurateur, en suivant des scénarii d'exposition.

Les scénarii d'exposition, disponibles en ANNEXE 1, ont été élaborés afin de pouvoir mettre en évidence l'efficacité du système d'épuration dans ses différents modes de filtration et dans différentes conditions d'utilisation de la pièce.

4. Résultats

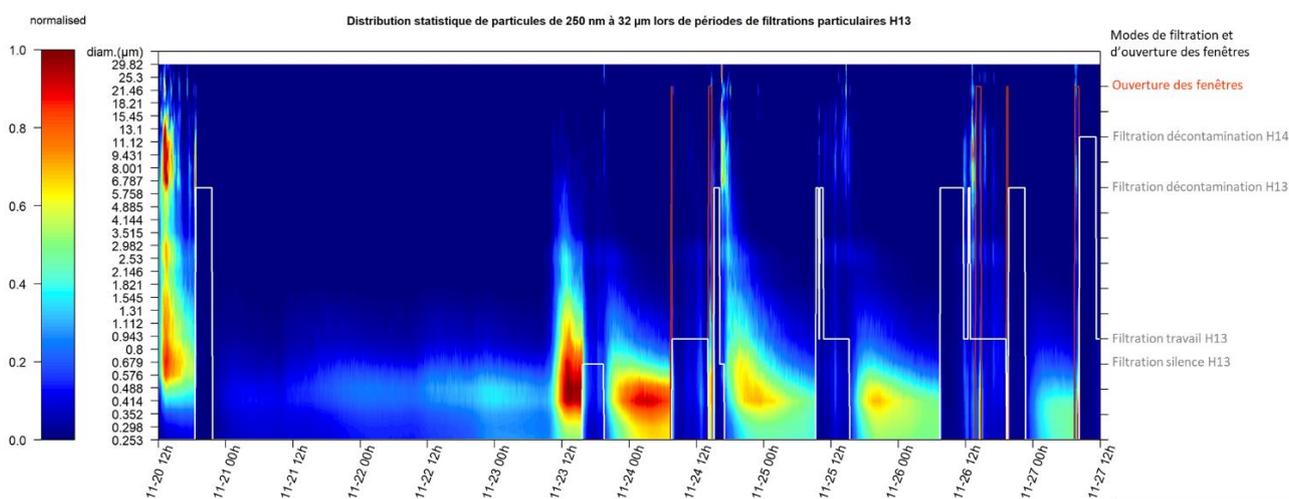
4.1 Particules

4.1.1 Les particules en nombre

En air intérieur, la problématique principale de présence de la charge virale est liée à l'aérosol constitué par les microgouttelettes émises par les occupants. Ainsi, la taille des particules pouvant véhiculer le virus SARS COV 2 est en général supérieure à 200 nm et peuvent atteindre plusieurs microns.

Les résultats ci-après permettent de visualiser les résultats de mesure des tailles de particules supérieures à 250 nm au cours de la semaine d'expérimentation, en lien avec les modes d'utilisation de l'épurateur et les périodes d'ouverture des fenêtres.

Figure 3 : Suivi de la distribution statistique des particules en fonction des programmes d'épuration d'air et de l'ouverture des fenêtres



A chaque utilisation de l'épurateur d'air, quel que soit son mode d'utilisation avec le filtre H13, il est observé d'importantes décroissances du nombre de particules dans la pièce (de l'ordre de 70 % à plus de 90 %).

L'efficacité de l'épurateur sur le nombre de particules dépend des vitesses de fonctionnement et des tailles de particules. Le tableau ci-après présente les décroissances des concentrations moyennes des différentes classes de particules, entre la dernière heure avant mise en route de l'épurateur (vitesse 0) et la période de filtration à la vitesse indiquée (3, 4 ou 10). En complément, une mesure expérimentale supplémentaire a été réalisée en équipant l'épurateur d'un filtre particulaire H14 (plus performant), en vitesse de filtration de 10.

Tableau 1 : Efficacité d'épuration pour chaque gamme de particules

Fractions (nm)	253 - 298	298 - 352	352 - 414	414 - 488	488 - 576	576 - 679	679 - 800	800 - 943	943 - 1112	1112 - 1310	1310 - 1545	1545 - 1821	1821 - 2146
Vitesse de 0 à 3	-81%	-80%	-80%	-80%	-79%	-78%	-78%	-77%	-77%	-77%	-74%	-71%	-72%
Vitesse de 0 à 4	-86%	-86%	-86%	-85%	-83%	-78%	-71%	-61%	-53%	-51%	-40%	-27%	5%
Vitesse de 0 à 10	-93%	-93%	-93%	-93%	-92%	-89%	-87%	-83%	-82%	-74%	-72%	-55%	-44%
Vitesse de 0 à 10 (H14)	-97%	-97%	-97%	-96%	-96%	-95%	-95%	-94%	-94%	-94%	-95%	-94%	-93%

► Efficacité de filtration et taille de particules

La décroissance des concentrations est plus notable sur les particules entre 250 et 500 nm mais reste significative sur les particules dont le diamètre est supérieur.

Au-delà de 800 nm, les effets de sédimentation des particules biaisent les résultats, notamment pour les périodes où l'épuration a lieu en début de matinée. En effet, les particules grossières sédimentent d'avantage au sol que les plus fines. Ainsi, pendant les périodes d'inoccupation (la nuit par exemple), leur concentration (en nombre de particules par cm^3) finit par être quasi-nulle. Pour les scénarii de mise en route de la filtration en début de matinée, l'entrée de la personne dans la pièce pour mettre en route l'épurateur occasionne une remise en suspensions des particules ce qui provoque une rapide augmentation des concentrations des particules grossières et qui minimise fortement le calcul d'efficacité du système d'épuration sur ces fractions. Cela a concerné le programme de la vitesse 0 à 4 et l'un des programmes de 0 à 10.

► Efficacité de filtration et vitesse de filtration

En augmentant le débit de filtration, il est globalement observé une meilleure efficacité de l'épuration des particules (en excluant la problématique de sédimentation des particules grossières). Néanmoins, la différence d'efficacité n'est pas très significative entre les vitesses de filtration de 4 (85 % pour les particules < 500 nm) et 10 (93 %). Le bruit occasionné par la mise en route du programme 10 n'est pas compatible avec une occupation intérieure (cf. résultats des niveaux de bruit). Ainsi, en condition d'occupation, le programme 4 (travail) semble tout à fait suffisant pour traiter de manière efficace les particules en suspension dans l'air.

► Efficacité de filtrations et performance du filtre

Le changement du filtre H13 par un filtre H14 à la vitesse maximale de 10 a permis d'améliorer l'efficacité de filtration de 93 % à 97 % pour les particules < 500 nm.

L'épuration de l'air des particules supérieures à 250 nm est réelle, avec une efficacité de l'ordre de 70 à 90 % selon les tailles de particules et les modes d'utilisation choisis.

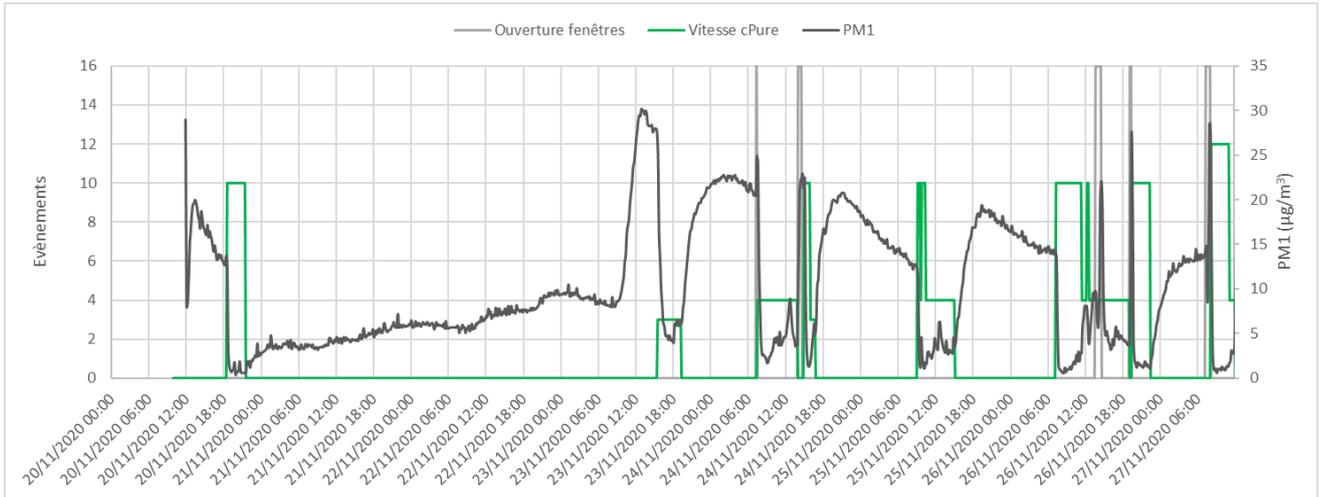
4.1.2 Les particules en masse

L'estimation des concentrations des particules en masse est basée sur les données de mesures en nombre présentées précédemment. Elles permettent de visualiser l'efficacité d'épuration des particules de manière cumulée (les PM_{10} correspondent à toutes les particules inférieures à $10 \mu\text{m}$, les $\text{PM}_{2.5}$ à toutes les particules inférieures à $2.5 \mu\text{m}$, les PM_{10} à toutes les particules inférieures à $10 \mu\text{m}$).

Le suivi des concentrations au cours du temps des PM_{10} en fonction des scénarii d'exposition permet de mieux visualiser l'impact de la filtration sur l'ensemble des particules inférieures à $10 \mu\text{m}$ (les données de $\text{PM}_{2.5}$ et PM_{10} son présentés en ANNEXE 2).

Ces données permettent de visualiser l'effet de diminution significative des concentrations en PM_{10} lors des étapes de filtration. Elles permettent également de visualiser l'impact de l'ouverture des fenêtres qui, sur cette période, a tendance à faire augmenter les niveaux de particules notamment après les étapes de filtrations. Ainsi cela semble indiquer que les niveaux en particules atteints en air intérieur sont plus faibles que ceux en air ambiant pendant la période de filtration. Cela ne signifie par pour autant qu'il faut fermer les fenêtres pour la covid-19, bien au contraire, puisque les particules qui entrent depuis l'extérieur ne sont pas particulièrement chargées en virus et que l'ouverture des fenêtres permet de diluer de manière très significatives les polluants d'origine intérieure (cf. résultats COV).

Figure 4 : Suivi des concentrations en PM₁ en fonction des vitesses d'épuration d'air et de l'ouverture des fenêtres



L'efficacité de l'épurateur sur la masse des particules dépend des vitesses de fonctionnement et de la fraction des particules. La fraction la plus efficacement filtrée est celle des PM₁, avec 77 à 88 % d'abattement en fonction des vitesses de fonctionnement (avec le filtre H13). La fraction PM_{2.5} présente un abattement légèrement moins important, mais ce sont les particules les plus grossières (PM₁₀) qui présentent le calcul d'efficacité le moins important, en lien vraisemblablement à l'artefact lié à la sédimentation des particules pendant la nuit.

Les mesures lors de l'unique étape de filtration avec un filtre plus performant H14 montrent une efficacité d'épuration plus importante sur toutes les fractions. Cette étape a été réalisée plus d'une heure après l'arrivée des occupants et n'a donc pas été influencée par les problèmes de sédimentation des particules puisque le calcul est réalisé sur la moyenne de l'heure qui précède l'étape de filtration.

Tableau 2 : Efficacité d'épuration pour les fractions PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁

Fractions	PM ₁	PM _{2.5}	PM ₁₀
Vitesse de 0 à 3	-77%	-72%	-70%
Vitesse de 0 à 4	-79%	-64%	-58%
Vitesse de 0 à 10	-88%	-82%	-75%
Vitesse de 0 à 10 (H14)	-93%	-94%	-97%

L'efficacité d'épuration du cPure avec son filtre H13 est de 70 à 90 % sur les PM₁ et les PM_{2.5} en fonction des vitesses choisies. Pour les PM₁₀, les phénomènes de sédimentation nocturnes des particules les plus grossières les jours où les périodes d'épuration étaient planifiées tôt le matin biaisent les résultats.

La mise en route de l'épurateur cPure occasionne une baisse significative des niveaux de particules en nombre ou en masse. Les particules efficacement filtrées correspondent à la taille de l'aérosol émis par les occupants et qui peuvent transporter le virus SARS-CoV-2.

4.2 Composés organiques volatils

L'épurateur d'air est également équipé de filtres à charbon actif permettant filtration de certains polluants gazeux comme les composés organiques volatils (COV).

La mesure de COV légers et COV totaux au cours du temps montre que l'effet de l'épurateur est négligeable sur ces familles de polluants, notamment en comparaison de l'efficacité de l'ouverture des fenêtres qui occasionne des baisses significatives des concentrations.

Figure 5 : Suivi des concentrations en COV légers et totaux en fonction des programmes d'épuration d'air et de l'ouverture des fenêtres



L'épurateur d'air cPure est destiné principalement à l'épuration des particules dans l'air avec des filtres particulaires performants. Pour les composés gazeux, il ne s'agit que d'une pré-filtration par charbon actif dont l'efficacité est négligeable sur les COV au regard de celle de l'ouverture des fenêtres.

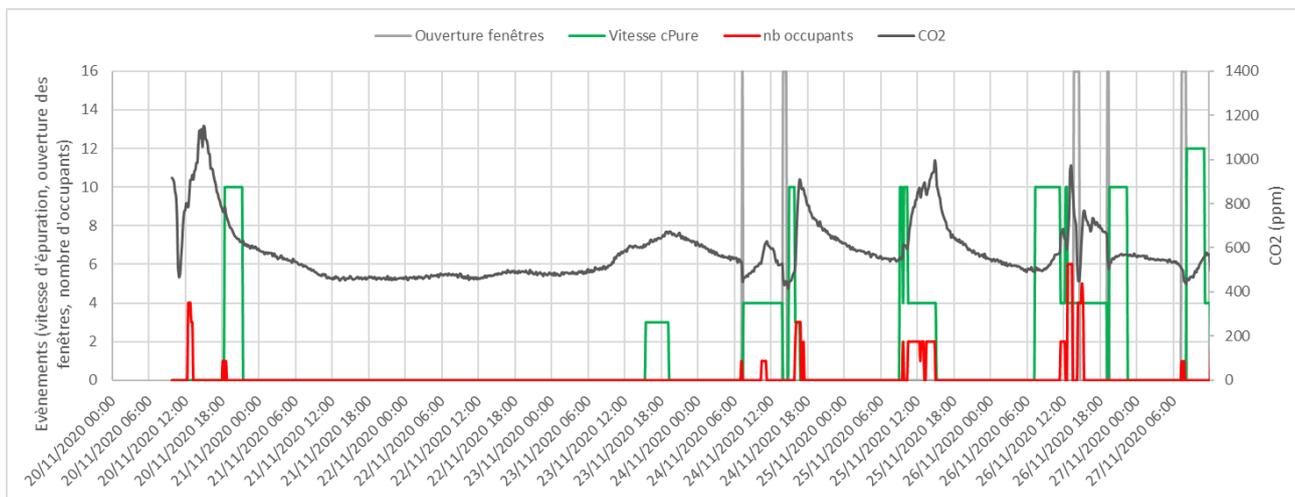
L'épurateur cPure n'est pas aussi efficace sur la filtration des COV qu'il ne l'ait sur les particules fines.

4.3 Confinement

L'épurateur d'air cPure n'est pas équipé de système permettant de capter spécifiquement le CO₂. Logiquement, les résultats de mesure des concentrations en CO₂ ne sont pas influencés par les périodes de mise en route de l'épurateur mais uniquement par les périodes de présence dans les locaux et le nombre d'occupants sans la pièce (qui augmentent les concentrations) et les périodes d'ouverture des fenêtres (qui baissent les concentrations).

Les concentrations obtenues sont toutes inférieures à la valeur recommandée par le règlement sanitaire départemental de 1300 ppm mais dépassent la valeur de 800 ppm que le Haut Conseil de Santé Publique recommande de ne pas dépasser dans les ambiances intérieures où les occupants portent le masque dans le contexte de pandémie à la covid-19³.

Figure 6 : Suivi des concentrations en CO₂ en fonction des programmes d'épuration d'air, de l'ouverture des fenêtres et de l'occupation



L'épurateur d'air cPure n'est pas un système de renouvellement d'air et il ne filtre pas particulièrement le CO₂, il n'a donc pas d'impact sur les concentrations en CO₂ qui ne sont influencées que par la présence des occupants et l'ouverture des fenêtres.

L'utilisation du cPure peut pas se substituer au renouvellement d'air nécessaire à la réduction des polluants d'origine intérieure et notamment le CO₂ (pour éviter la perte de vigilance des occupants).

³ Relatif à l'adaptation des mesures d'aération, de ventilation et de mesure du dioxyde de carbone (CO₂) dans les établissements recevant du public (ERP) pour maîtriser la transmission du SARS-CoV-2 28 avril 2021

4.4 Bruit

La mesure de bruit dans la salle de réunion présente les résultats suivants.

Figure 7 : Mesures de bruit en fonction des programmes d'épuration d'air et caractéristiques des seuils de bruit



Lors de la mise en place de l'ensemble du dispositif de filtration et de mesure, le vendredi 20 novembre :

- Dans la journée, avant mise en route de l'épurateur et de certains appareils de mesure de qualité de l'air (qui génèrent du bruit), les niveaux de bruit ont oscillé entre 40 dB(A) (pièce inoccupée) et 65 dB(A) en condition d'occupation, avec un pic ponctuel à 70 dB(A).
- A partir de 18 heures, les derniers appareils de mesure de qualité de l'air ont été installés et mis en route, et l'épurateur a été allumé dans sa vitesse maximale de fonctionnement (10). Les niveaux de bruit sont alors passés à 68 dB(A) pendant toute la durée de filtration de l'épurateur.
- A partir de 21h30, l'épurateur a été éteint, les niveaux de bruit ont alors baissé pour atteindre un palier à 57 dB(A). Ces niveaux de fond semblent correspondre au fonctionnement de l'ensemble des appareils de mesure de qualité de l'air pendant toute la durée de l'expérimentation.

Le week-end, en condition d'inoccupation, avec l'ensemble des appareils de mesure de qualité de l'air en fonctionnement, les niveaux de bruit se sont stabilisés autour des niveaux de fond de 57 dB(A).

Du lundi 23 au vendredi 27 novembre :

- En période d'occupation, avec fonctionnement des appareils de mesure, les modes de fonctionnement de « silence » et « travail » (vitesses 3 et 4) ne montrent pas d'augmentation des niveaux par rapport au niveau de fond. Cela signifie que les bruits environnants (fonctionnement des appareils de mesure) cachent le bruit de fonctionnement de l'épurateur à ces vitesses d'utilisation.
- Le programme 10 occasionne systématiquement une augmentation des niveaux de bruit qui atteignent 67 à 68 dB(A), soit des niveaux de bruit 4 fois plus importants que le niveau de fond.

Les mesures de bruit confirment bien le caractère important des niveaux occasionnés par l'épurateur en vitesse 10 avec 68 dB(A), ce qui correspond suivant l'échelle de bruit à une salle de classe bruyante. Les modes « silence » et « travail » présentent des niveaux de bruits inférieurs à ceux des appareils de mesure de qualité de l'air mis en place.

4.5 Discussions

► L'efficacité d'épuration des particules

L'épurateur d'air cPure semble avoir une capacité d'épuration significative en condition réelle d'utilisation dans une pièce de type salle de réunion pour les particules dont le diamètre est supérieur à 250 nm, et ce à une distance de 5 mètres. Cela semble indiquer que l'utilisation d'un épurateur d'air de ce type dans une pièce permet de réduire significativement le nombre de particules pouvant transporter le virus.

► Les modes d'utilisation

Il peut être intéressant de mettre en marche le système d'épuration lors de la présence des occupants qui peuvent potentiellement être contaminés à la covid-19 afin de limiter la présence d'aérosols qui peuvent transporter le virus SARS-COV-2.

Le mode « décontamination » ne semble pas le plus adapté à cette situation puisqu'il rend l'occupation de la pièce impossible pendant sa mise en route en raison du bruit important qu'il occasionne. Il est préférable de privilégier le mode « travail » ou « silence ». Le mode « décontamination » peut être utile après l'occupation d'une pièce pour réduire le plus efficacement possible le nombre de particules pouvant transporter le virus.

► Les limites de l'expérimentation

Les mesures mises en place ne concernent pas la charge virale. Ainsi, la présente expérimentation ne permet pas d'évaluer l'efficacité d'épuration du virus SARS-CoV-2 mais l'efficacité d'épuration des particules qui, en présence de personnes contaminées à la covid-19, peuvent le transporter.

Les appareils de mesure ayant été mis en place en un seul endroit de la pièce, les mesures effectuées ne sont représentatives que la zone située autour des appareils de mesure (à 5 mètres de distance de l'épurateur en bord de pièce).

Il s'agit d'une expérimentation dans une salle de réunion de 50 m², munie d'une centrale de traitement d'air double flux dans un bâtiment de bureaux. Les activités intérieures génératrices de particules et COV sont sensiblement différentes d'une typologie de bâtiment à une autre, voire d'un type de pièce à une autre. Les conditions de renouvellement d'air et donc d'écoulement de l'air sont spécifiques à chaque environnement intérieur (en fonction du type de système d'aération/ventilation mais aussi en fonction de l'étanchéité à l'air du bâtiment) et peuvent influencer différemment les résultats d'efficacité d'épuration d'un tel dispositif.

Afin de s'assurer de l'homogénéité et la répétabilité de l'efficacité d'épuration intérieure de l'épurateur cPure, il apparaît nécessaire de réitérer ce type d'expérimentation dans d'autres environnements intérieurs avec une activités intérieures et une configuration spatiale différente, et ce en réalisant de multiples mesures réparties à différentes zones de la pièce instrumentée.

L'épurateur d'air cPure présente une efficacité d'épuration significative des particules dont le diamètre est supérieur à 250 nm à une distance de 5 mètres dans la salle de réunion échantillonnée. Les microgouttelettes (aérosols) émises par les occupants qui peuvent transporter le virus SARS-CoV-2 correspondent à ces tailles de particules.

Cette expérimentation ne démontre pas l'efficacité d'épuration du virus lui-même puisque les mesures ne concernent pas la charge virale.

Afin de s'assurer de l'homogénéité et la répétabilité de l'efficacité d'épuration intérieure des particules de ce système en condition réelle d'utilisation, il apparaît nécessaire de réitérer ce type d'expérimentation dans d'autres environnements intérieurs avec une configuration spatiale et des activités intérieures différentes, en réalisant de multiples mesures réparties à différentes zones de la pièce instrumentée.

5. CONCLUSION

Dans le contexte de pandémie liée à la COVID 19, les solutions d'épuration de l'air intérieur sont envisagées comme moyen complémentaire à un bon renouvellement d'air pour minimiser l'accumulation de la charge virale du coronavirus dans l'air des bâtiments. La question posée ici est celle de l'efficacité du dispositif Eurévia cPure dans des conditions réelles d'utilisation à l'intérieur des bâtiments : Son effet, est-il significatif à l'échelle d'une pièce ? Son efficacité sur les particules pouvant transporter le virus est-elle bien réelle ?

► Une épuration efficace des particules en condition réelle d'utilisation

La mise en route de l'épurateur cPure occasionne une baisse significative des niveaux de particules en nombre ou en masse (de 70 à 90 %). Les particules efficacement filtrées correspondent à la taille des aérosols émis par les occupants et qui peuvent transporter le virus SARS-CoV-2.

► Une épuration en COV négligeable par rapport à l'efficacité du renouvellement d'air

L'épuration des COV par la pré-filtration moléculaire sur charbon actif n'est que faiblement visible et ce uniquement à la vitesse maximale « décontamination ». Seule l'ouverture des fenêtres occasionne une baisse significative des concentrations en COV.

► L'utilisation de l'épurateur n'a pas d'impact positif sur le confinement

L'épurateur d'air cPure n'est pas un système de renouvellement d'air et il ne filtre pas particulièrement le CO₂, il n'a donc pas d'impact sur ces concentrations qui ne sont influencées que par la présence des occupants et l'ouverture des fenêtres.

► Des niveaux de bruit compatibles avec l'occupation en mode « silence » et « travail »

L'épurateur occasionne du bruit de fonctionnement qui est plus ou moins important en fonction des modes d'utilisation. Les modes « silence » et « travail » n'occasionnent que de légers bruits de fond mais le mode « décontamination » peut s'avérer gênant, correspondant à une ambiance sonore de type « salle de classe bruyante » (jusqu'à 68 dB).

► La principale recommandation reste le renouvellement d'air

Dans le contexte de pandémie à la covid-19, les systèmes d'épuration d'air **ne doivent pas se substituer au renouvellement d'air** qui doit rester la stratégie principale de lutte contre le virus SARS-CoV-2 dans les ambiances intérieures en complément des gestes barrière.

Les épurateurs d'air de ce type peuvent être un moyen complémentaire de réduction de certains polluants intérieurs en cas de ventilation ou d'aération insuffisante dans un local.

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou

dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréés de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- **Implantation urbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- **Implantation périurbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- **Implantation rurale** : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- **Influence industrielle** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence trafic** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de fond** : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXE 1 Scénarii de mise en service de l'épurateur d'air

Date	Heure	Fonctionnement épurateur	Heures précises	Utilisation salle ? (O/N) Si O, Nb de personnes	Ouverture fenêtres ? (O/N), préciser heures
Vendredi 20/11/2020	8	Arrêt			
	9	Arrêt			
	10	Arrêt			
	11	Arrêt			
	12	Arrêt			
	13	Arrêt			
	14	Décontamination	Début:	N	N
	15	Décontamination		N	N
	16	Décontamination	Fin:	N	N
	17	Arrêt			
18	Arrêt				

Date	Heure	Fonctionnement épurateur	Heures précises	Utilisation salle ? (O/N) Si O, Nb de personnes	Ouverture fenêtres ? (O/N), préciser heures
Lundi 23/11/2020	8	Arrêt			
	9	Arrêt			
	10	Arrêt			
	11	Arrêt			
	12	Arrêt			
	13	Arrêt			
	14	Silencieux	Début:		
	15	Silencieux			
	16	Silencieux			
	17	Silencieux	Fin:		
	18	Arrêt			

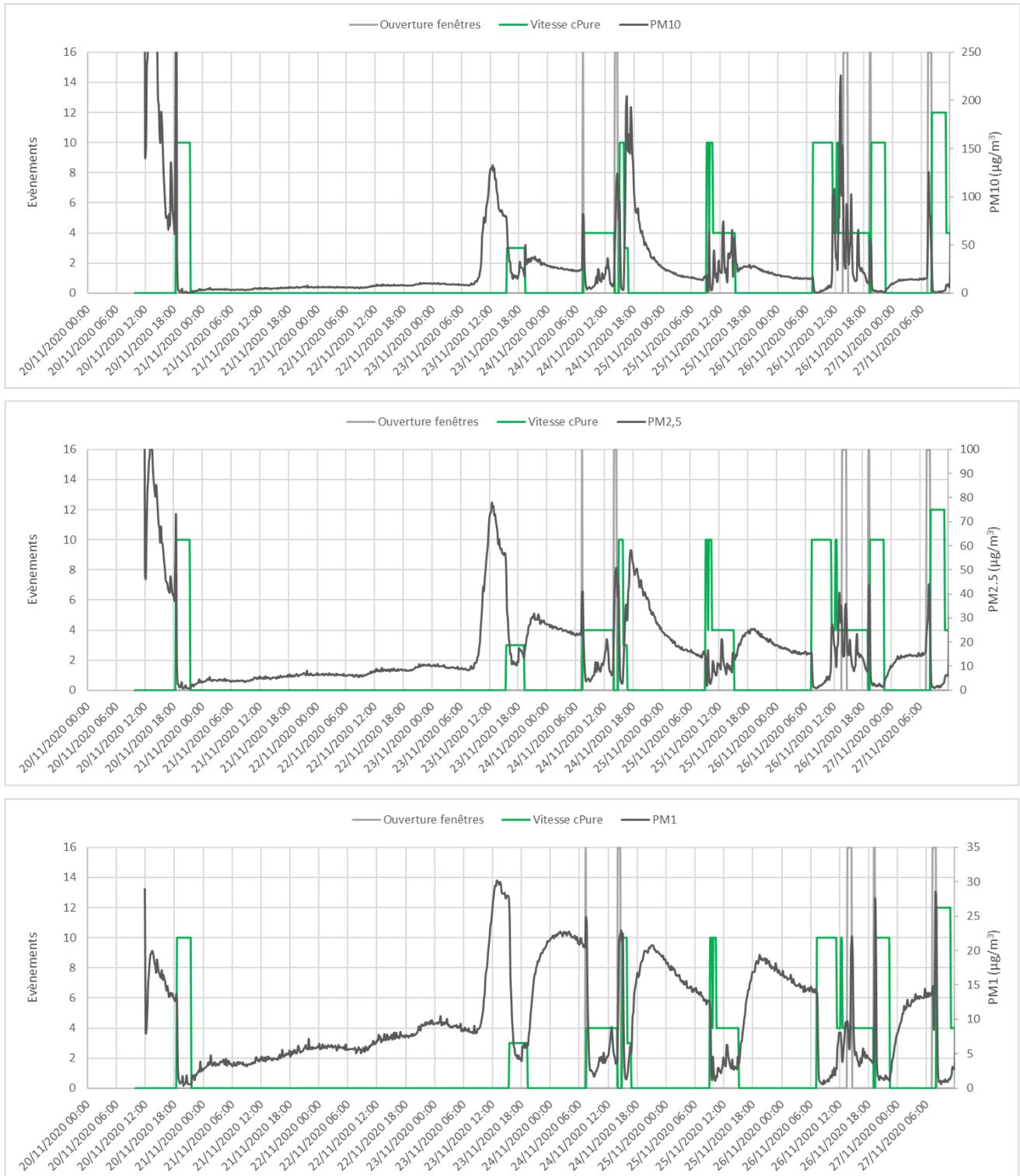
Date	Heure	Fonctionnement épurateur	Heures précises	Utilisation salle ? (O/N) Si O, Nb de personnes	Ouverture fenêtres ? (O/N), préciser heures
Mardi 24/11/2020	8	Travail	Début:		
	9	Travail			
	10	Travail			
	11	Travail	Fin:		
	12	Arrêt			
	13	Arrêt			
	14	Décontamination	Début:		
	15	Silencieux	Début:		
	16	Silencieux	Fin:		
	17	Arrêt			
	18	Arrêt			

Date	Heure	Fonctionnement épurateur	Heures précises	Utilisation salle ? (O/N) Si O, Nb de personnes	Ouverture fenêtres ? (O/N), préciser heures
Mercredi 25/11/2020	8	Décontamination	Début:		
	9	Travail	Début:		
	10	Travail			
	11	Travail	Fin:		
	12	Arrêt			
	13	Arrêt			
	14	Silencieux	Début:		
	15	Silencieux			
	16	Travail	Début:		
	17	Travail	Fin:		
18	Arrêt				

Date	Heure	Fonctionnement épurateur	Heures précises	Utilisation salle ? (O/N) Si O, Nb de personnes	Ouverture fenêtres ? (O/N), préciser heures
Jeudi 26/11/2020	8	Silencieux	Début:		
	9	Travail	Début:		
	10	Décontamination	Début:		
	11	Décontamination	Fin:		
	12	Arrêt			
	13	Arrêt			
	14	Décontamination	Début:		
	15	Travail	Début:		
	16	Silencieux	Début:		
	17	Silencieux	Fin:		
18	Arrêt				

Date	Heure	Fonctionnement épurateur	Heures précises	Utilisation salle ? (O/N) Si O, Nb de personnes	Ouverture fenêtres ? (O/N), préciser heures
Vendredi 27/11/2020	8	Arrêt			
	9	Décontamination H14	Début:	N	N
	10	Décontamination H14		N	N
	11	Décontamination H14	Fin:	N	N
	12	Arrêt			
	13	Arrêt			
	14	Arrêt			
	15	Arrêt			
	16	Arrêt			
	17	Arrêt			
18	Arrêt				

ANNEXE 2 Suivi des concentrations massiques en PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁ lors des étapes de filtrations



ANNEXE 3 Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O₃ Ozone	L'ozone (O ₃) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé à partir des NO _x et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_x Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O ₃ Ozone	<ul style="list-style-type: none"> - Irritation des yeux - Diminution de la fonction respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Agression des végétaux - Dégradation de certains matériaux - Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
Particules en suspension	<ul style="list-style-type: none"> - Irritation des voies respiratoires - Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Effets de salissures sur les bâtiments - Altération de la photosynthèse
NO _x Oxydes d'azote		<ul style="list-style-type: none"> - Pluies acides - Précurseur de la formation d'ozone - Effet de serre - Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO ₂ Dioxyde de soufre		<ul style="list-style-type: none"> - Pluies acides - Dégradation de certains matériaux - Dégradation des sols
COV dont le benzène Composés organiques volatils	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné 	<ul style="list-style-type: none"> - Formation de l'ozone
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		<ul style="list-style-type: none"> - Peu dégradables - Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicité par bioaccumulation - Effets cancérigènes 	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	<ul style="list-style-type: none"> - Prend la place de l'oxygène - Provoque des maux de tête - Létal à concentration élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Formation de l'ozone - Effet de serre

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

- La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,
- La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,
- L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition
O₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180	Heure
	Seuil d'alerte	240	Heure
	Valeur cible		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120	8 heures
PM₁₀ Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
Objectif de qualité	30	Année	
PM_{2.5} Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
NO₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
SO₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300	Heure
	Seuil d'alerte	500	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350	Heure (maximum 24h / an)
		125	Jour (maximum 3 j / an)
Objectif de qualité	50	Année	
C₆H₆ Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5	Année
	Objectif de qualité	0,25	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 000	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	0,001	Année
As Arsenic	Valeur cible	0,006	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	0,005	Année

Ni Nickel	Valeur cible	0,02	Année
--------------	--------------	------	-------

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition
O ₃ Ozone	- Impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures
PM10 Particules	- Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures
		20	1 an
PM2.5 Particules		25	24 heures
		10	1 an
NO ₂ Dioxyde d'azote	- Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	1 heure
		40	1 an
SO ₂ Dioxyde de soufre	- Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	500	10 minutes
	- Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	20	24 heures
Pb Plomb	- Niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5	1 an
Cd Cadmium	- Impact sur la fonction rénale	0,005	1 an
CO Monoxyde de carbone	- Niveau critique de CO Hb < 2,5 % - Hb : hémoglobine	100 000	15 minutes

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



Siège social : 146, rue Paradis « Le Noilly Paradis » - 13294 Marseille cedex 06
Établissement de Martigues : route de la Vierge 13500 Martigues
Établissement de Nice : 37 bis, avenue Henri Matisse - 06200 Nice
Tél. 04 91 32 38 00 - Télécopie 04 91 32 38 29 - contact.air@atmosud.org



Suivez-nous sur

