

# Qualité d'air et développement durable

## Comment intégrer au mieux la QAI dans les bâtiments responsables

## **1. Focus sur des polluants types**

- Origines
- Impacts sanitaires
- Valeurs guides
- Interactions

## **2. Normes et réglementations QAI**

- Traitement d'air et bâtiment : NF EN 16798
- QAI dans les ERP : décret 2015-1000

## **3. La QAI dans le système de traitement d'air**

## **4. QAI et efficacité énergétique : focus CO2**

## **5. Filtration et épuration dans le contexte COVID 19**

- Avis de l'INRS
- Les solutions à court terme

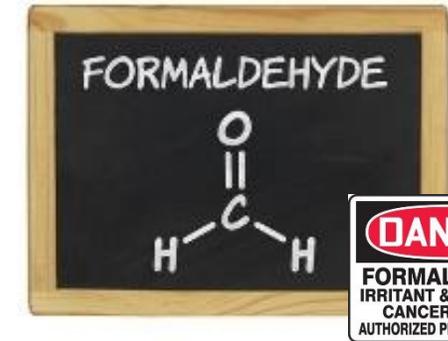


ethera  
Innovation in the air



Les polluants, origines, impacts  
sanitaires

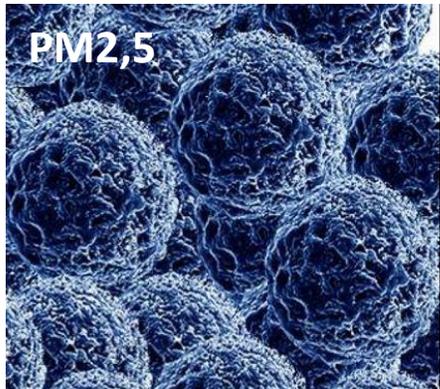
# Introduction : Trois polluants essentiels



**Génération intérieure**



**Génération extérieure**



**Génération mixte**

**Définition de la  
métrologie**

**Réponse aux normes et  
règlements**

**Conception et pilotage  
du traitement d'air**

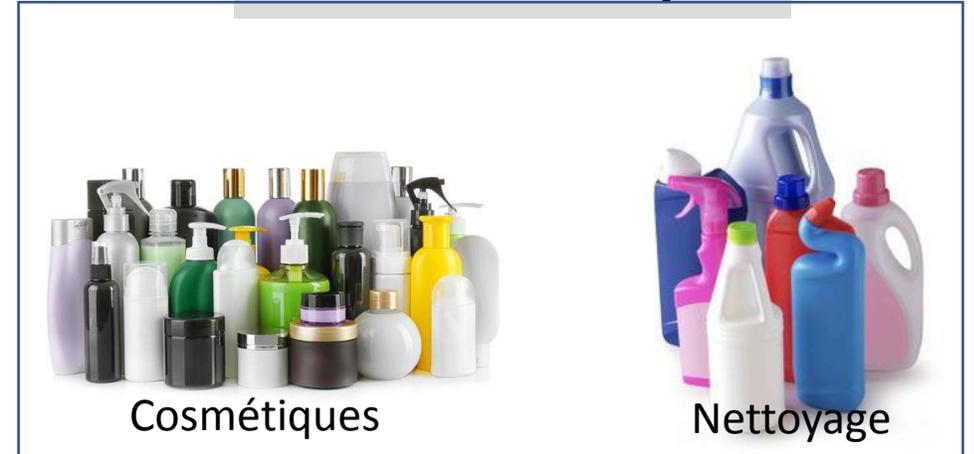
# HCHO : Origines

## Matériaux



Concentration rencontrée : quelques dizaines de  $\mu\text{g}$  par  $\text{m}^3$  d'air

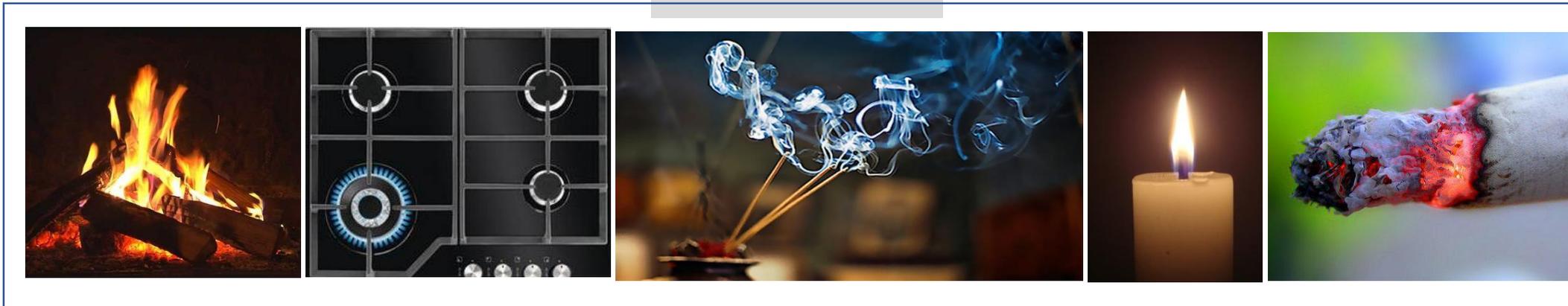
## Produits chimiques



Cosmétiques

Nettoyage

## Combustions



# HCHO : Impacts

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) → « substance cancérogène avérée pour l'homme »

Concentrations standards : irritation, fatigue, céphalées

Potentiel d'irritation lié à la durée d'exposition → effet cancérogène établi par l'ANSES si exposition chronique

Impact accentué dans les labos ou industries utilisant des produits formolés → anatomopathologie par ex

**Irritations voies respiratoires : porte d'entrée COVID**

**Règlement CE n°1272/2008 : obligations concernant la classification, l'étiquetage et l'emballage**



**Toxicité aiguë**



**Corrosif**



**RISQUE GRAVE POUR LA  
SANTÉ HUMAINE**

# HCHO : Valeurs guides

Valeurs réglementaires en formaldéhyde dans le cadre de la surveillance de la QAI dans les ERP

Substances	Valeur-guide pour l'air intérieur		Valeur-limite
<b>Formaldéhyde (FA)</b>	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2015	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2023	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) ont été définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale

# NO<sub>2</sub> : Origines

## Trafic routier



**Dioxyde d'azote : indicateur pertinent de la pollution de l'air extérieur (ANSES)**

## Sources industrielles



## Combustions



Sources absentes des bâtiments non-résidentiels

## Effets sanitaires :

- irritations au niveau des voies respiratoires
- essoufflements,
- obstructions bronchiques,
- crises d'asthme avec sensibilité particulière des enfants (Données épidémiologique),
- bronchites.

**Comme pour le HCHO : Irritations voies respiratoires : porte d'entrée COVID**

# NO<sub>2</sub> : Valeurs limites d'exposition

Lignes directrices dédiées à l'air intérieur (OMS & ANSES)

**Exposition courte durée (1 heure)**

200 µg/m<sup>3</sup>

**Exposition longue durée (> 1 an)**

20 µg/m<sup>3</sup>

# PM : Origines



Intérieur

Origines naturelles

Origines anthropiques

Extérieur

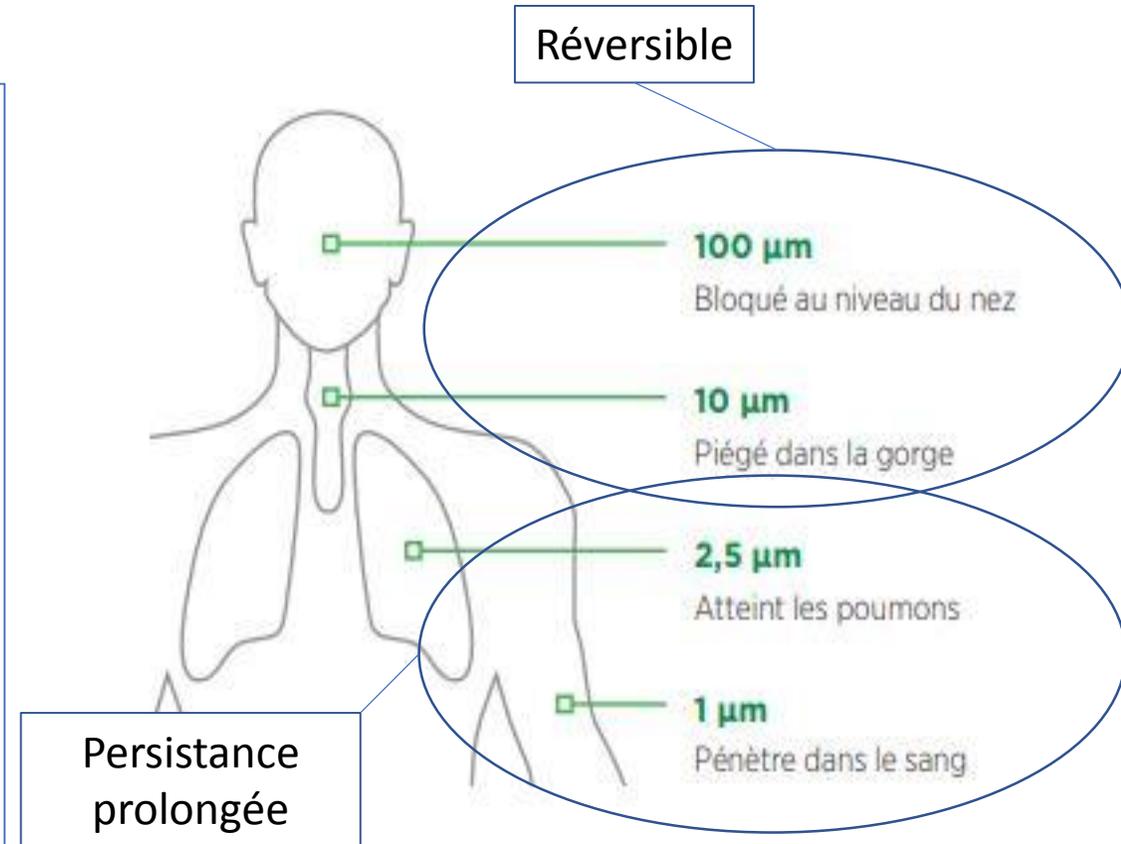
↑  
*Transfert*



# PM : Impacts

## Effets sanitaires PM:

- Inflammations respiratoires
- Atteintes vasculaires
- Troubles du rythme cardiaque
- crises d'asthme avec sensibilité particulière des enfants et personnes âgées ou souffrant de pathologies pulmonaires, cardiaques ou vasculaires



(Source AICVF – Guide sur la nouvelle norme ISO 16890)

**Comme pour le HCHO et le NO<sub>2</sub> : Irritations voies respiratoires : porte d'entrée COVID**

# PM : Valeurs guides

Lignes directrices dédiées à l'air intérieur de l'OMS

	Exposition courte durée (24 heures)	Exposition long terme
PM2,5	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM10	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

# PM, No<sub>x</sub>, Ammoniac : Interactions

Conclusions de l'expérience CLOUD du CERN, Genève – Mai 2020

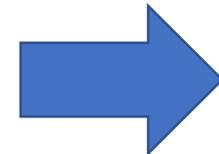
*Origine du smog (brume de pollution en environnement urbain en hiver) ?*

Nécessité de réglementer les émissions d'Ammoniac en plus des Nox



**NOx**

Pots catalytiques  
Dernière génération



Acide nitrique

Ammoniac

Brèves inhomogénéités



Croissance ultra-rapides des particules

**SMOG de particules**



[Une étude réalisée à Genève – Le CERN fait une découverte majeure sur la formation du smog urbain | Tribune de Genève](https://tribune.ch/genève/actualites/2020/05/11/le-cern-fait-une-decouverte-majeure-sur-la-formation-du-smog-urbain)

<https://videos.cern.ch/record/2717975>

La qualité d'air extérieur et intérieur est multi-critères et doit s'appréhender de manière globale



La QAI et l'immobilier, normes,  
certifications, réglementations

# NF EN 16798-3 (§ B.4.2.) / Filtration particulaire

NF EN 16798 :  
Performance énergétique des bâtiments –  
Ventilation des batiments

## Classes de filtres minimales recommandées

Qualité de l'air extérieur (en pondération VG OMS)	Qualité de l'air fourni (en pondération des VG OMS)				
	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
<b>ODA 1</b>	M5 + F7	F7	F7	F7	-
<b>ODA 2</b>	F7 + F7	M5 + F7	F7	F7	M5
<b>ODA 3</b>	F7 + F9	F7 + F7	M6 + F7	F7	F7

Remarque : Les classes de filtres moyens et fins sont maintenant régis par NF EN ISO 16890, les dénominations changent ainsi que la définition des efficacités.

EN 779	ISO ePM1	ISO ePM2.5	ISO ePM10	ISO GROSSIER
G2				> 40%
G3				> 50%
G4				> 60%
M5			> 50%	
M6		> 50%	> 60%	
F7	> 50%	> 65%	> 85%	
F8	> 65%	> 80%	> 90%	
F9	> 80%	> 95%	> 95%	

Valeurs indicatives

Qualité de l'air extérieur	Qualité de l'air fourni				
	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (G) 1	Recommandé				
ODA (G) 2	Recommandé	Recommandé			
ODA (G) 3	Recommandé	Recommandé	Recommandé		

**La filtration moléculaire doit être envisagée si la qualité SUP est meilleure que l'ODA**

## Commentaires :

- Augmenter le débit d'air extérieur n'est pas la solution universelle pour améliorer la qualité d'air intérieur
- La filtration moléculaire peut s'envisager sur les unités terminales de confort (en lien avec la qualité d'air fourni)

Bâtiments actuellement concernés : Accueil petite enfance, écoles maternelles et élémentaires, collèges, lycées, établissements de loisir, formation professionnelle second degré,

Au 31/12/2022 : les autres établissements recevant du public

### Polluants identifiés :

- Formaldéhyde, CO<sub>2</sub>, benzène (si source spécifique à proximité), perchloréthylène (proximité d'un pressing)
- La liste des polluants évoluera en fonction de la typologie de chaque bâtiments concernés en 2023

# QAI dans les ERP : décret 2015-1000

Propriétaire (ou exploitant) d'établissement :

Doit procéder par lui-même (ou faire procéder) à

1 / Evaluation des moyens d'aération

2 / Evaluation de la présence de polluants de l'air intérieur par la mise en place :

a - De campagnes de mesures cofrac

Ancien dispositif

b - D'un programme de prévention

OU

Nouveau dispositif

**Programme de prévention avec mesures en continu**

Les avantages :

- Autocontrôles par MO ou exploitant (accompagnement BE)
- Simple à mettre en place
- Démarche d'amélioration continue
- Coût réduit et plus efficace



**Cibles : HCHO et CO<sub>2</sub>**

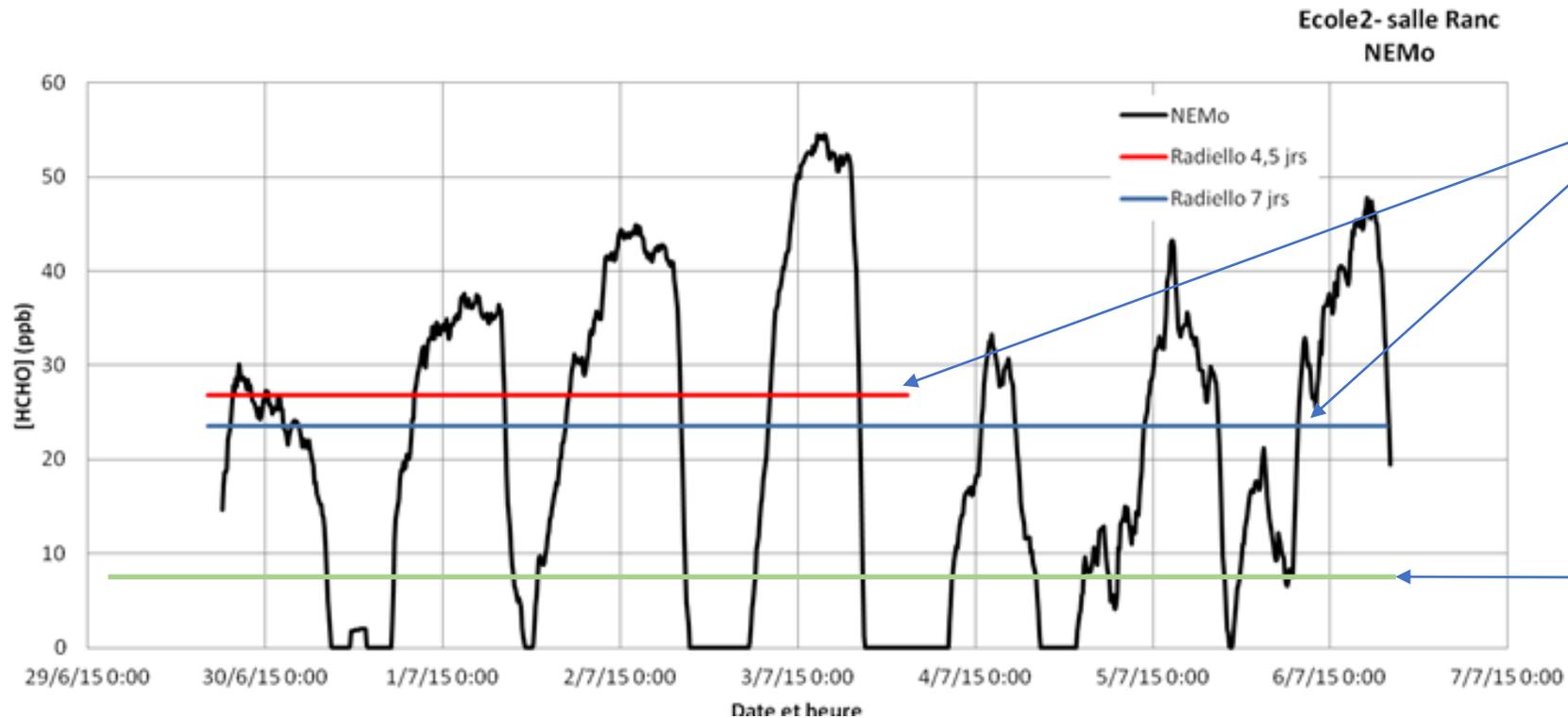
Benzène si :

- axe routier > 7000 véhicules /j à moins de 200m
- Gare routière moins de 100 m
- Industrie chimique à moins de 3km
- Station service à moins de 200m

Perchloréthylène si pressing local contigu

# QAI dans les ERP : décret 2015-1000

Bénéfices du monitoring vs mesures moyennées sur 1 semaine (COFRAC)



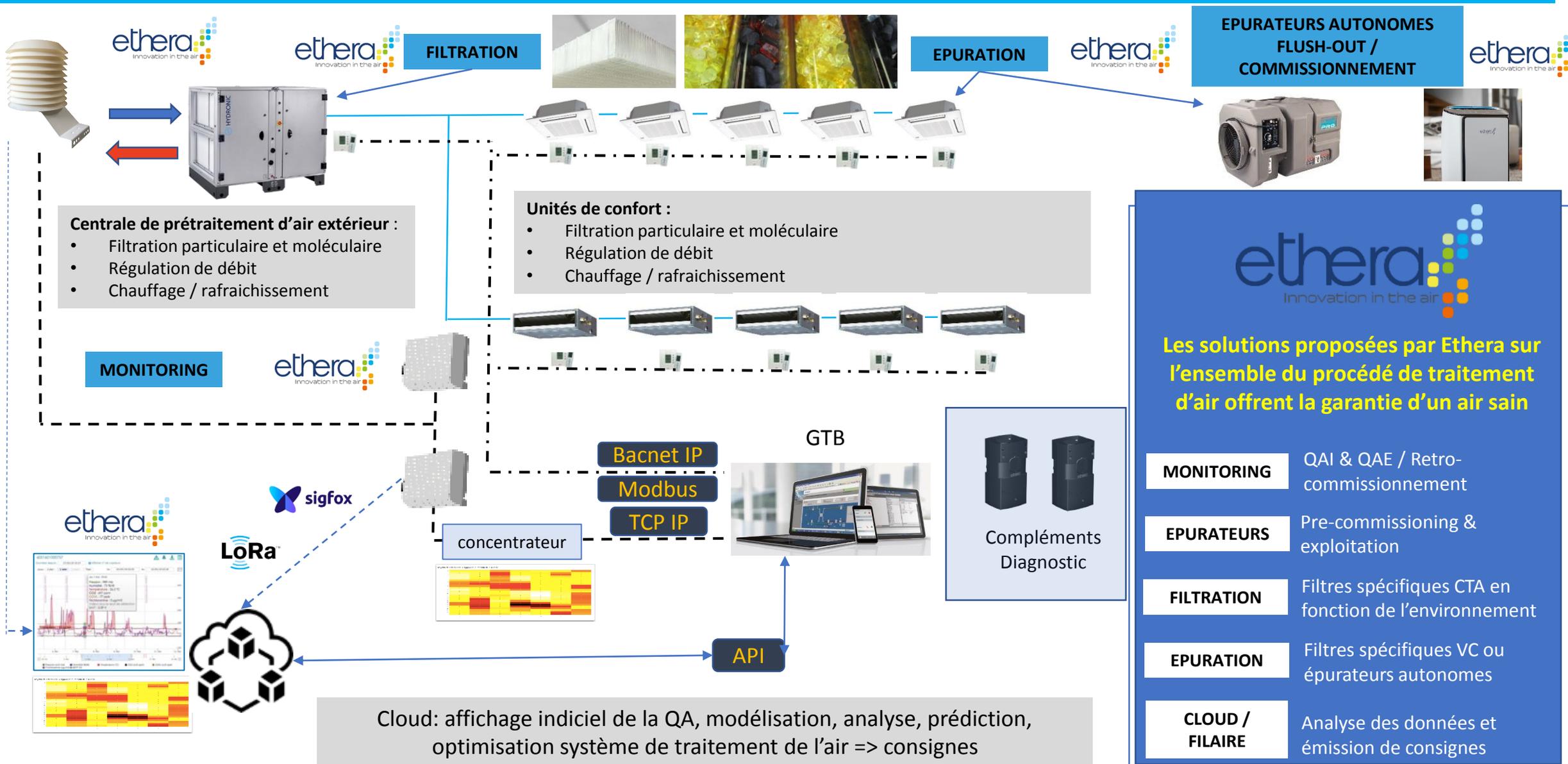
**Concentration moyenne sur une semaine livrée par le laboratoire**

Les méthodes laboratoires échantillonnent même la nuit en l'absence des enfants

**Concentration moyenne sur une semaine analysée avec une station NEMo**

Les stations NEMo ne prennent en compte que le temps de présence des enfants

# Le système QAI : intégration CVC



**Centrale de prétraitement d'air extérieur :**

- Filtration particulaire et moléculaire
- Régulation de débit
- Chauffage / rafraichissement

**Unités de confort :**

- Filtration particulaire et moléculaire
- Régulation de débit
- Chauffage / rafraichissement

**Les solutions proposées par Ethera sur l'ensemble du procédé de traitement d'air offrent la garantie d'un air sain**

<b>MONITORING</b>	QAI & QAE / Retro-commissionnement
<b>EPURATEURS</b>	Pre-commissioning & exploitation
<b>FILTRATION</b>	Filtres spécifiques CTA en fonction de l'environnement
<b>EPURATION</b>	Filtres spécifiques VC ou épurateurs autonomes
<b>CLOUD / FILAIRE</b>	Analyse des données et émission de consignes

Cloud: affichage indiciel de la QA, modélisation, analyse, prédiction, optimisation système de traitement de l'air => consignes

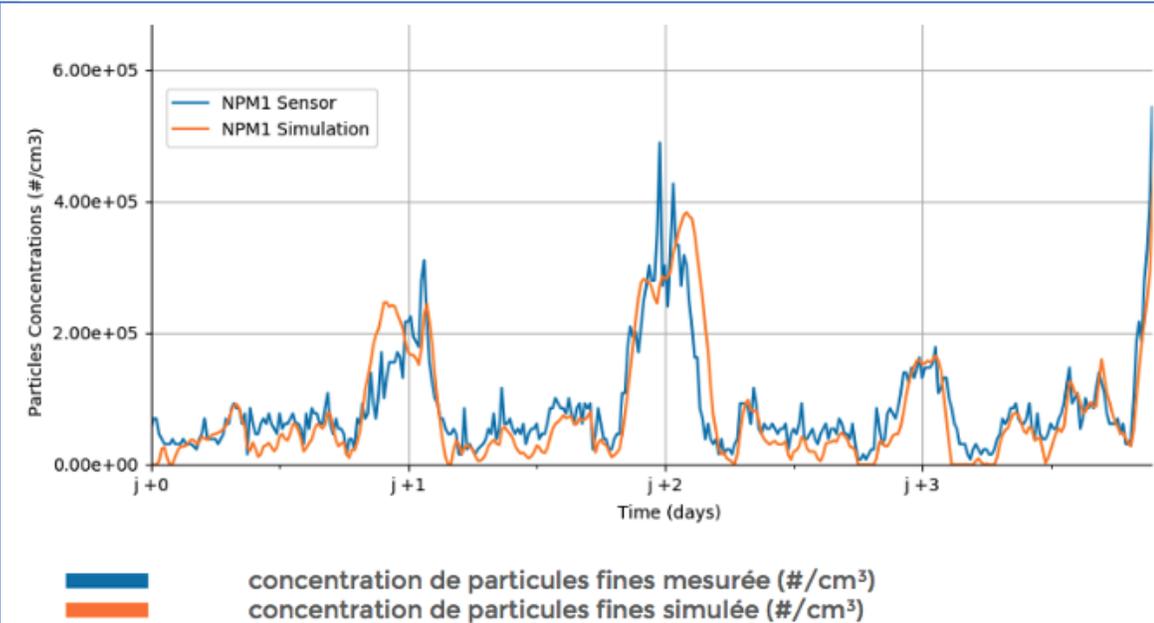
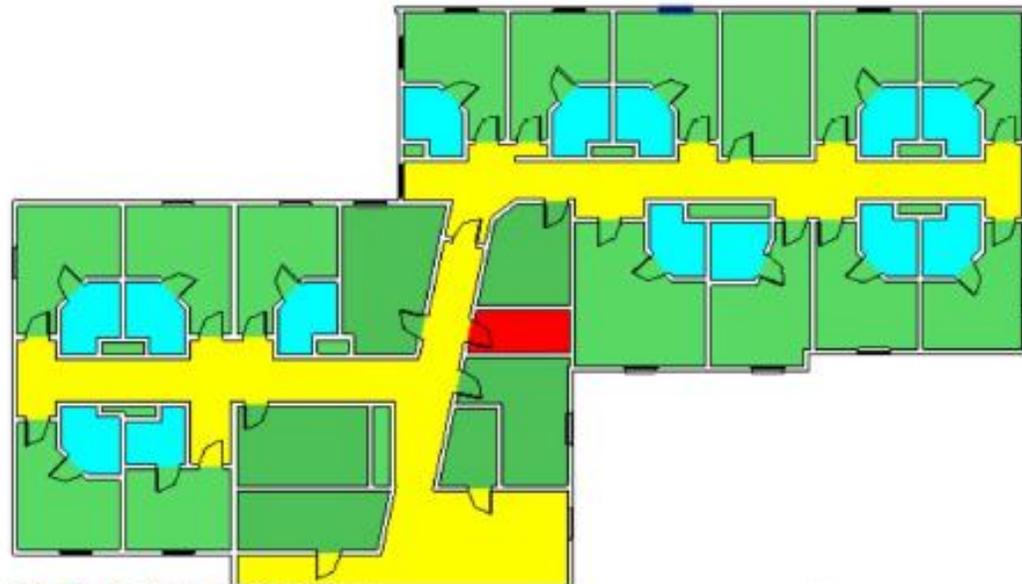
# Le système QAI : simulation numérique

Matériaux  
& mobiliers

Système de traitement  
d'air : type et usage

Occupation

Pollution  
extérieure



Pilotage efficace de l'installation de traitement d'air => garantie QAI

# Filtration/Monitoring : Le système QAI

Mesure de la qualité de l'air :  
diagnostic et monitoring en  
continu



Stations de mesure  
adaptées au suivi des  
paramètres pertinents  
pour le Covid-19 : PM,  
Formaldéhyde, COV,  
Ozone,...



Purification de l'air : ciblage  
des polluants particulaires, et  
moléculaires

La gamme d'épurateurs Ethera permet  
d'éliminer les particules fines (aérosols)  
qui participent à la diffusion du virus,  
et les COVs & le Formaldéhyde,  
pouvant irriter les voies respiratoires et  
faciliter l'infection par le virus.



Une capacité d'analyse et de  
pilotage des systèmes

NEMo cloud + Supervision : une  
solution logicielle permettant  
l'analyse des paramètres mesurés,  
l'envoi de notifications et de  
conseils, le calcul d'index et le  
pilotage de systèmes de  
traitement d'air



Supervision - modélisation



Une modélisation de la QAI, basée  
sur la configuration du bâtiment,  
ses systèmes de traitement d'air,  
son usage et son occupation,



QAI et efficacité énergétique :  
focus CO<sub>2</sub>

# Offre système : approche énergétique focus CO<sub>2</sub>



Débit 15000 m<sup>3</sup>/h  
Pression totale 1200 Pa  
Pabs soufflage 8,4 kW

Hypothèse de régulation CO<sub>2</sub> :  
1200 ppm au lieu de 1000 ppm

**47 % de puissance absorbée sur les moto-ventilateurs économisée**

**28000 kWh électriques économisés (base fonctionnement 50%)**

**Les économies d'énergie sur un système de traitement de l'air se font prioritairement sur la réduction des puissances électriques absorbées par rapport aux gains thermiques (forte efficacité des récupérateurs de chaleur).**

**Les ventilateurs des CTA d'AN doivent vaincre des PdC de réseaux complexes  
Impact moindre sur ventilo-convecteurs (vitesses plus faibles, réseaux courts ou inexistantes)**

**L'optimisation des débits d'air neuf (pour le CO<sub>2</sub>) et de débits de recyclage pour les autres polluants chimiques comme particulaires est un des leviers principaux de l'EE de la QAI.**



**Filtration et épuration dans le  
contexte COVID 19**

# Épuration contexte COVID : Avis de l'INRS

- **Renforcer le renouvellement d'air**

Le renouvellement d'air on doit entendre l'apport d'air neuf et l'air épuré en recyclage

- **Vitesses d'air faibles au niveau des occupants (< 0,4 m/s)**

soin apporté à la diffusion en lien avec la norme NF-EN-7730 (Catégorie A)

- **Intégration de filtres HEPA**

- **Vérifier que la CTA le permette (perte de charge accrue)**
- **Difficulté d'intégration sur les ventilo-convecteurs (capacité du moto-ventilateur)**
- **Possibilité d'implanter des épurateurs autonomes intégrant une technologie de filtration HEPA (les systèmes actifs (catalyse, photocatalyse, UV, plasma, ozonation... → produits secondaires potentiellement nocifs)**

Quand un filtre HEPA n'est pas intégrable sur l'unité intérieure, une efficacité moindre n'est néanmoins pas à rejeter.

Filtre HEPA meilleure solution actuelle possédant la meilleure innocuité

# Épuration contexte COVID : Solutions court-terme

- Objectif : Limiter la présence d'aérosols PM, COV, HCHO.
- Intégrer des gamme épurateurs :
  - équipés de filtres spécifiques
  - adapté à chaque espace de travail
- Des filtres moléculaires intégrés en unités terminales

PU-IND040



PU-IND030



PU-IND060



PU-IND130



PU-PRO010

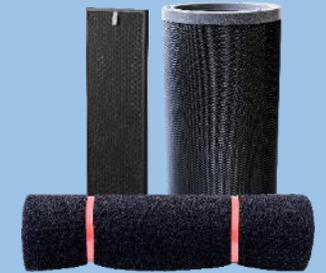


Filtres EPA et HEPA :



Particules ultra-fines / Pollens / Aérosols  
Acariens / Bactéries / Virus

Filtres Charbon Actif :



Fumées / Odeurs /  
Composés Organiques Volatils

Filtre PureTECH®  
Formaldéhyde



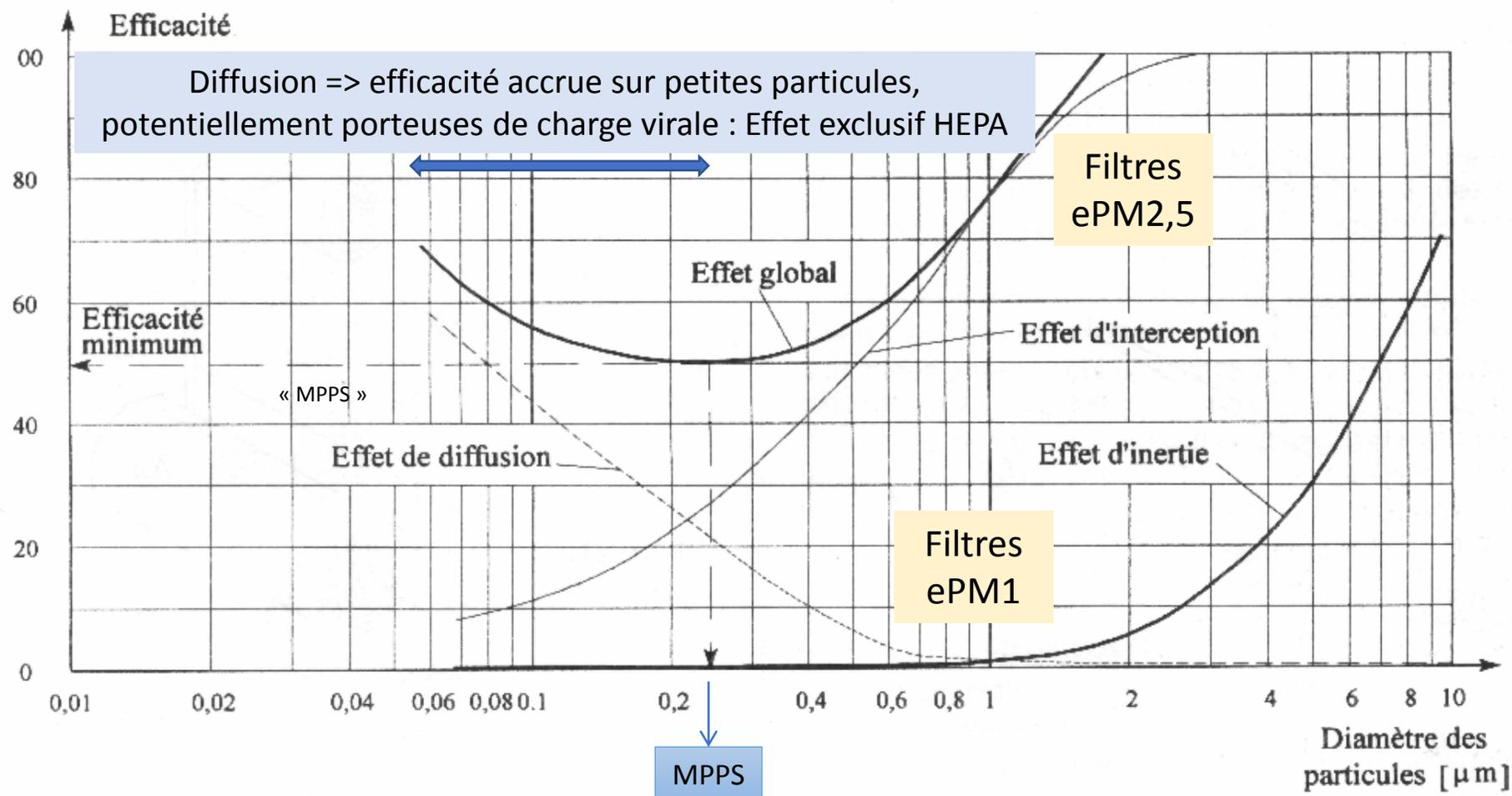
Locaux de petites tailles

Locaux de plus grandes  
tailles

Open space

Espace de stockage / Entrepôt

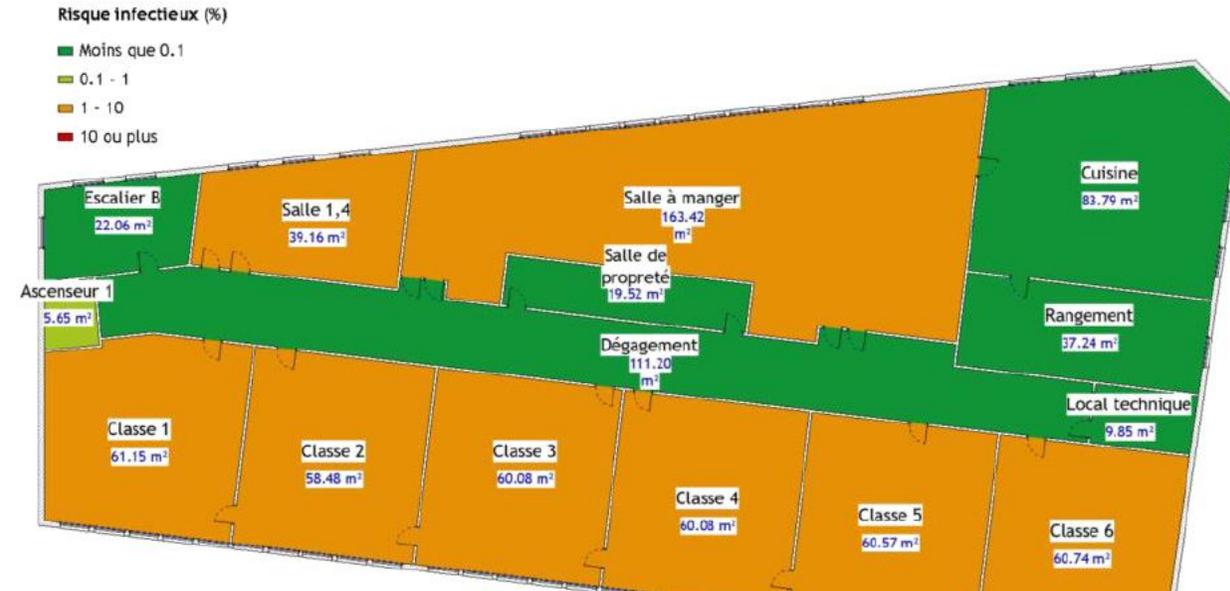
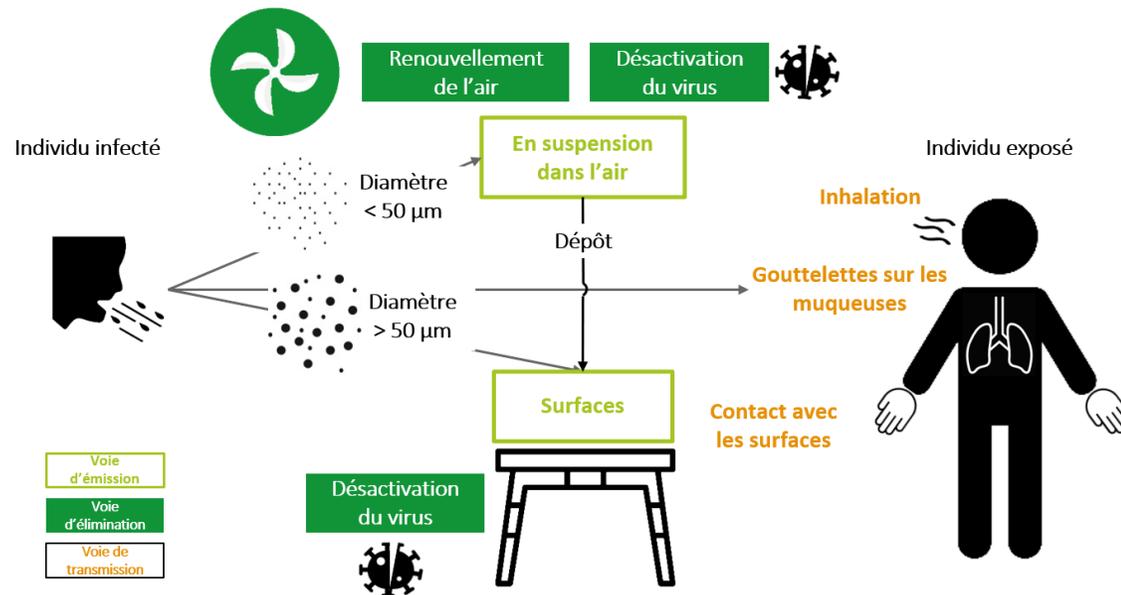
## Efficacité cumulée d'un filtre HEPA : inertie, interception, diffusion



Un filtre HEPA dans un épurateur s'impose pour lutter contre la transmission aéroportée des virus, notamment le Sars-Cov 2

# COVID : Simulation du risque de propagation

Modélisation, basée sur la configuration du bâtiment, ses systèmes de traitement d'air, son usage et son occupation, pour identifier les zones à risques, en fonction des zones potentiellement contaminées



Etudes universitaires sur  
mécaniques de contamination  
en environnement clos



Données propres au SARS-  
COV2 dont les temps de  
survie en aérosols et  
surfaces



Estimations probabilistes

# La bonne stratégie QAI :

*La QAI particulaire et chimique demande un traitement et un contrôle de l'air extérieur introduit d'une part et un traitement sur l'air intérieur recyclé d'autre part.*

Synergie mesure / épuration :



- **Améliorer la qualité d'AN soufflé :**
  - Filtration particulaire haute efficacité
  - Filtration moléculaire ciblée



- **Optimiser le débit d'air neuf au juste nécessaire**
  - Dimensionnement réglementaire
  - Pilotage grâce à un monitoring QAI adapté et des algorithmes prédictifs

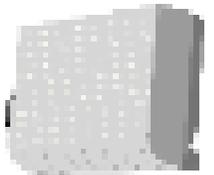


- **Épuration particulaire et chimique par recyclage des pollutions internes :**
  - Intégration de la fonction épuration aux appareils de traitement d'air
  - Pilotage de cette fonction par le monitoring

Filtration /Épuration  
Efficacité énergétique



Mesure  
Simulation  
Prédiction  
Pilotage  
Validation  
Efficacité énergétique



*Le socle QAI du traitement de l'air des bâtiments  
est le monitoring dédié couplé à l'intelligence appliquée aux données acquises*

10 ans d'innovation  
dans la qualité de l'air

Fabrice ROZMIAREK

[fabrice.rozmiarek@ethera-labs.com](mailto:fabrice.rozmiarek@ethera-labs.com)

06 09 12 18 39

