

# INTERCLIMA

Le salon des acteurs éco-responsables du confort et de l'efficacité énergétique

30 SEPT - 3 OCT 2024  
PARIS - PORTE DE VERSAILLES



## Épuration de l'air et solutions de remédiations pour améliorer la QAI : évaluation des performances des systèmes installés




Alain GINESTET

Chargé d'études en filtration  
d'air, CETIAT



Frédéric THEVENET

Enseignant-Chercheur,  
IMT Nord Europe

Built by  
 In the business of  
building businesses

Tous droits réservés aux auteurs de la présentation

Ne pas reproduire sans autorisation

30 SEPT - 3 OCT 2024

# 2022 : sollicitation de l'INC

Institut National de la Consommation

Objectif : évaluer l'efficacité d'épuration de dispositifs autonomes de traitement

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

INTERCLIMA 

# 2022 : sollicitation de l'INC

Institut National de la Consommation

**Objectif** : évaluer l'efficacité d'épuration de dispositifs autonomes de traitement

**Modalité** : 7 dispositifs commerciaux représentatifs de la diversité > évaluation échelle 1:1

- ☑ Essais « *physiques* » pour chaque dispositif
  - Mesure des débits d'air pour plusieurs modes fonctionnement
  - Mesures acoustiques pour plusieurs modes fonctionnement
  - Mesure consommation électrique en traitement
  - Evaluation de la commodité d'emploi

# 2022 : sollicitation de l'INC

Institut National de la Consommation

**Objectif** : évaluer l'efficacité d'épuration de dispositifs autonomes de traitement

**Modalité** : 7 dispositifs commerciaux représentatifs de la diversité > évaluation échelle 1:1

- ☑ Essais « *physiques* » pour chaque dispositif
- ☑ Essais « *efficacité* » pour chaque dispositif
- Mesure des débit d'air pour plusieurs modes fonctionnement
- Mesure acoustiques pour plusieurs modes fonctionnement
- Mesure consommation électrique en traitement
- Evaluation de la commodité d'emploi

QUELLE NORME SUIVRE...?



30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

Quelle(s) norme(s) suivre  
pour évaluer les performances du panel de dispositifs ?

INTERCLIMA 

## Quelle(s) norme(s) suivre pour évaluer les performances du panel de dispositifs ?




International  
Electrotechnical  
Commission

- NF B44-200:2016 Epurateurs d'air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles - Méthodes d'essais - Performances intrinsèques
- NF EN 16846-1:2017 Photocatalyse - Mesure de l'efficacité des dispositifs photocatalytiques servant à l'élimination, en mode actif, des COV et des odeurs dans l'air intérieur - Partie 1 : méthode d'essai en enceinte confinée
- ISO 16000-36:2018 Air intérieur Partie 36: Méthode normalisée d'évaluation du taux d'abattement de bactéries cultivables aéroportées par des purificateurs d'air en utilisant une chambre d'essai
- ISO 16000-44:2023 Air intérieur Partie 44: Méthode d'essai pour mesurer la qualité de l'air intérieur perçue à utiliser pour tester les performances des épurateurs d'air en phase gazeuse
- NF EN IEC 63086-1: mai 2020 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction - Partie 1 : exigences générales
- IEC 63086-2-1:2024 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules
- IEC/PAS 63086-3-1:2023 Appareils électrodomestiques et analogues de purification de l'air Méthodes de mesure de la performance Partie 3-1: Méthode d'évaluation du taux de réduction des bioaérosols clés par des purificateurs d'air portables utilisant une chambre d'essai d'aérobiologie

## Quelle(s) norme(s) suivre pour évaluer les performances du panel de dispositifs ?



- NF B44-200:2016 Epurateurs d'air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles - Méthodes d'essais - Performances intrinsèques
- NF EN 16846-1:2017 Photocatalyse - Mesure de l'efficacité des dispositifs photocatalytiques servant à l'élimination, en mode actif, des COV et des odeurs dans l'air intérieur - Partie 1 : méthode d'essai en enceinte confinée
- ISO 16000-36:2018 Air intérieur Partie 36: Méthode normalisée d'évaluation du taux d'abattement de bactéries cultivables aéroportées par des purificateurs d'air en utilisant une chambre d'essai
- ISO 16000-44:2023 Air intérieur Partie 44: Méthode d'essai pour mesurer la qualité de l'air intérieur perçue à utiliser pour tester les performances des épurateurs d'air en phase gazeuse
- NF EN IEC 63086-1: mai 2020 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction - Partie 1 : exigences générales
- IEC 63086-2-1:2024 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules
- IEC/PAS 63086-3-1:2023 Appareils électrodomestiques et analogues de purification de l'air Méthodes de mesure de la performance Partie 3-1: Méthode d'évaluation du taux de réduction des bioaérosols clés par des purificateurs d'air portables utilisant une chambre d'essai d'aérobiologie



les normes portent souvent sur : *UNE* technologie ou *UN* type de polluants, *UN* emplacement

## Quelle(s) norme(s) suivre pour évaluer les performances du panel de dispositifs ?



- NF B44-200:2016 Epurateurs d'air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles - Méthodes d'essais - Performances intrinsèques
- NF EN 16846-1:2017 Photocatalyse - Mesure de l'efficacité des dispositifs photocatalytiques servant à l'élimination, en mode actif, des COV et des odeurs dans l'air intérieur - Partie 1 : méthode d'essai en enceinte confinée
- ISO 16000-36:2018 Air intérieur Partie 36: Méthode normalisée d'évaluation du taux d'abattement de bactéries cultivables aéroportées par des purificateurs d'air en utilisant une chambre d'essai
- ISO 16000-44:2023 Air intérieur Partie 44: Méthode d'essai pour mesurer la qualité de l'air intérieur perçue à utiliser pour tester les performances des épurateurs d'air en phase gazeuse
- NF EN IEC 63086-1: mai 2020 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction - Partie 1 : exigences générales
- IEC 63086-2-1:2024 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules
- IEC/PAS 63086-3-1:2023 Appareils électrodomestiques et analogues de purification de l'air Méthodes de mesure de la performance Partie 3-1: Méthode d'évaluation du taux de réduction des bioaérosols clés par des purificateurs d'air portables utilisant une chambre d'essai d'aérobiologie



les normes portent souvent sur : *UNE* technologie ou *UN* type de polluants, *UN* emplacement alors que les dispositifs autonomes sont **MULTI-TECHNOLOGIES** font face à un environnement **MULTI-POLLUE** sont positionnables à **DIFFERENTS EMPLACEMENTS** de la pièce.



## Quelle(s) norme(s) suivre pour évaluer les performances du panel de dispositifs ?



- NF B44-200:2016 Epurateurs d'air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles - Méthodes d'essais - Performances intrinsèques
- NF EN 16846-1:2017 Photocatalyse - Mesure de l'efficacité des dispositifs photocatalytiques servant à l'élimination, en mode actif, des COV et des odeurs dans l'air intérieur - Partie 1 : méthode d'essai en enceinte confinée
- ISO 16000-36:2018 Air intérieur Partie 36: Méthode normalisée d'évaluation du taux d'abattement de bactéries cultivables aéroportées par des purificateurs d'air en utilisant une chambre d'essai
- ISO 16000-44:2023 Air intérieur Partie 44: Méthode d'essai pour mesurer la qualité de l'air intérieur perçue à utiliser pour tester les performances des épurateurs d'air en phase gazeuse
- NF EN IEC 63086-1: mai 2020 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction - Partie 1 : exigences générales
- IEC 63086-2-1:2024 Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules
- IEC/PAS 63086-3-1:2023 Appareils électrodomestiques et analogues de purification de l'air Méthodes de mesure de la performance Partie 3-1: Méthode d'évaluation du taux de réduction des bioaérosols clés par des purificateurs d'air portables utilisant une chambre d'essai d'aérobiologie



les normes portent souvent sur : *UNE* technologie ou *UN* type de polluants, *UN* emplacement alors que les dispositifs autonomes sont **MULTI-TECHNOLOGIES** font face à un environnement **MULTI-POLLUE** sont positionnables à **DIFFERENT EMPLACEMENTS** de la pièce.

→ comment résoudre cette problématique ?

**INTERCLIMA**

## Deux projets pour résoudre la problématique

Projet #1



### EPURATEURS d'AIR AUTONOMES

Établir des **règles d'implantation et d'utilisation d'épurateurs d'air autonomes** pour la réduction de la concentration en aérosols dans un local tertiaire

Projet #2



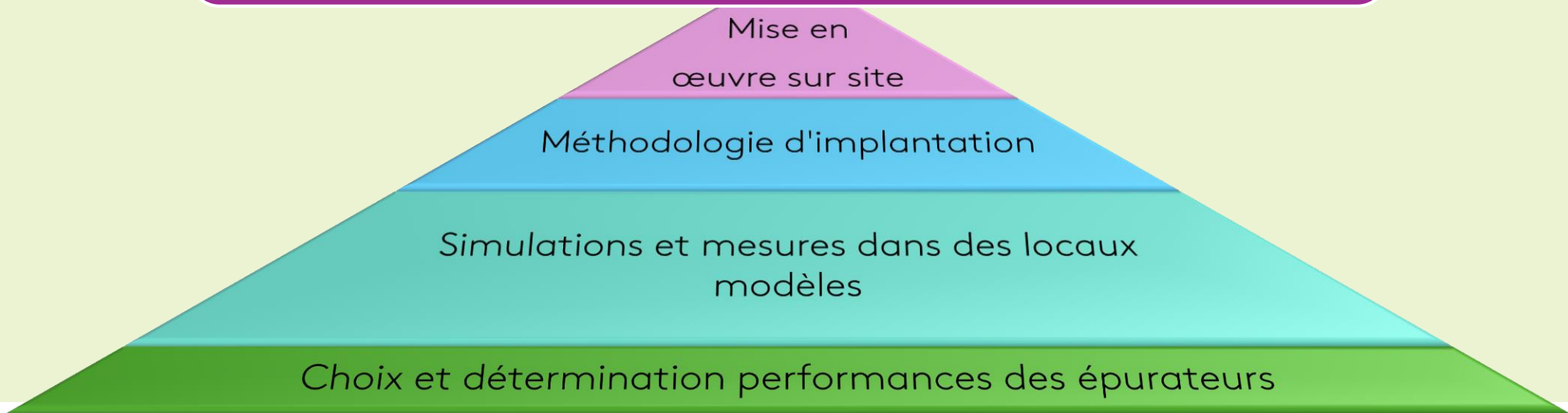
### PHARAON

Définir et valider un protocole expérimental permettant **d'évaluer et comparer** les performances de l'ensemble des **solutions de remédiation**

# Règles d'implantation en local tertiaire

Objectif projet CETIAT "Epurateurs d'air autonomes"

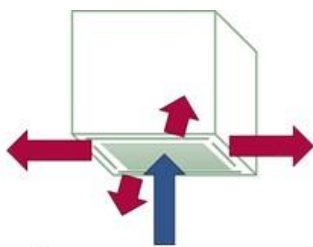
Établir des **règles d'implantation et d'utilisation d'épurateurs d'air autonomes** pour la réduction de la concentration en aérosols dans un local tertiaire



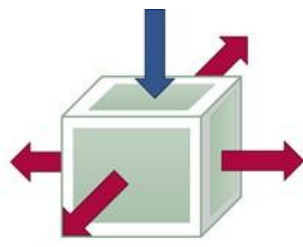
# Choix de 6 épurateurs "modèles"

Critères de choix des épurateurs

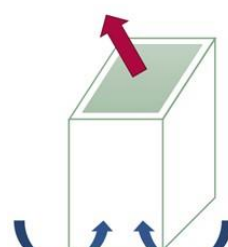
- Filtres HEPA (efficacité  $\approx 100\%$ )
- Type monobloc non gainé
  - 4 portables (B, C, D, F)
  - 2 plafonniers (A, E)



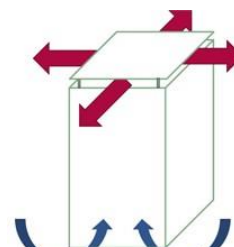
Épurateur A



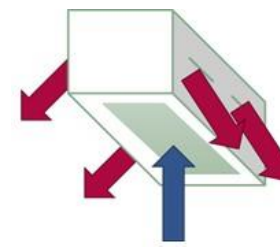
Épurateur B



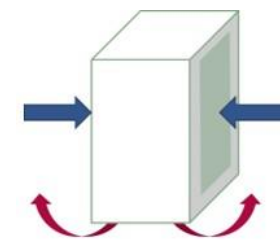
Épurateur C



Épurateur D



Épurateur E

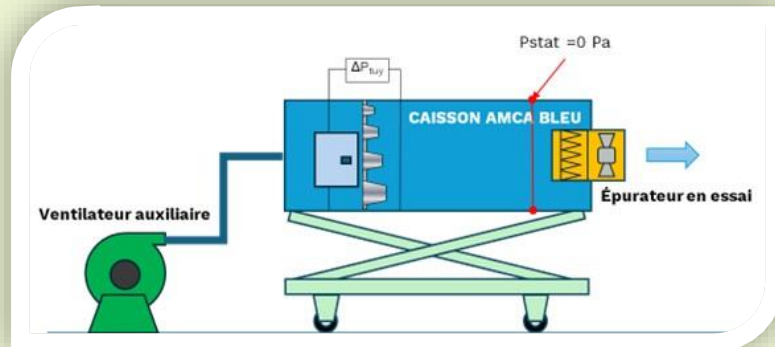


Épurateur F

# Performances intrinsèques épurateurs

Déterminées selon la NF B44-200 (2016)

- Débit d'air
- Efficacité de filtration
- Puissance électrique absorbée
- Puissance acoustique



# Choix des salles "modèles"

Critères de choix des salles

- Locaux tertiaires, faciles d'accès

→ 2 salles de réunion du CETIAT

Salle	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Système de ventilation
Rectangulaire	31,5	80	« En marche » Simple flux par extraction 3 entrées d'air & 2 extractions (127 m <sup>3</sup> /h, 1,5 vol/h)
Carrée	52	166	« À l'arrêt »



Salle rectangulaire



Salle carrée

# Calculs et mesures

Calculs CFD 3D – plusieurs configurations

- Flux d'air
- Âge de l'air et temps de séjour
- Évolution spatio-temporelle des concentrations en polluant
- Temps de dépollution

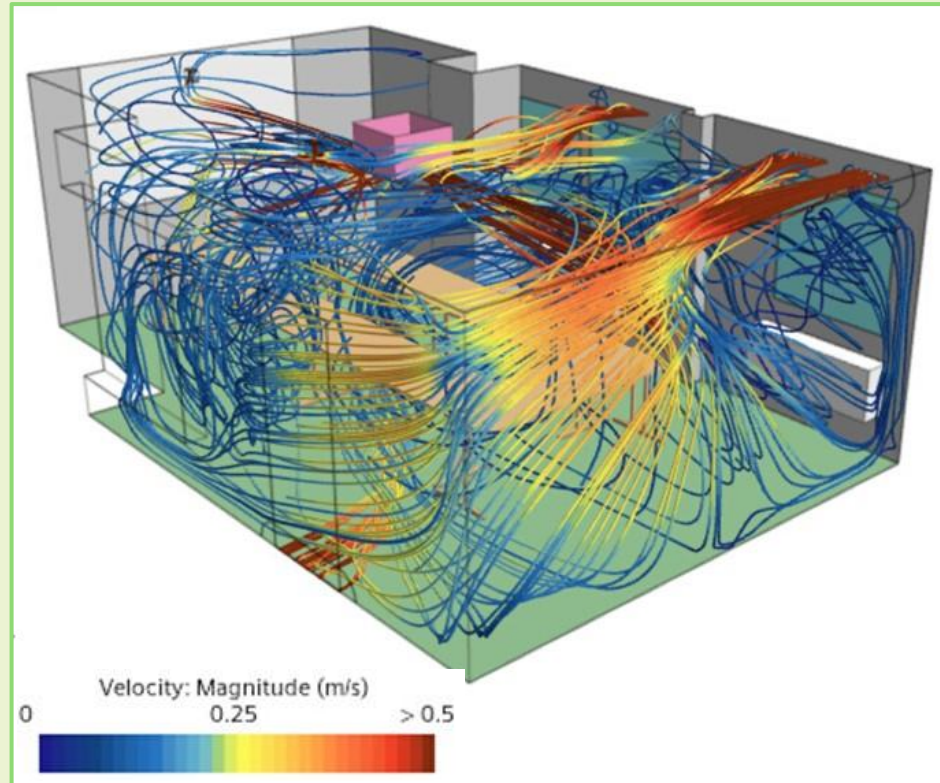
Mesures sur quelques configurations sélectionnées

- Concentrations en particules (0,3 à 5  $\mu\text{m}$ ) en fonction du temps et dans l'espace

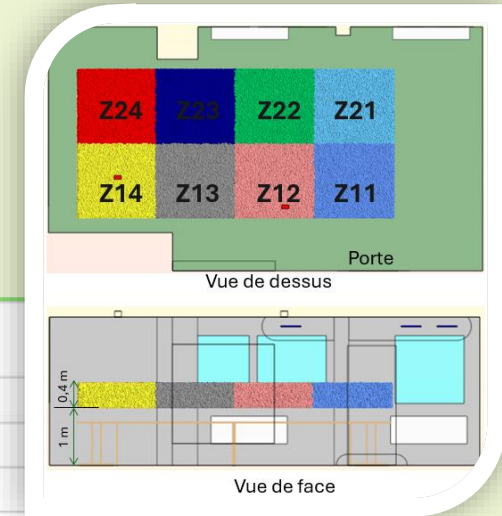
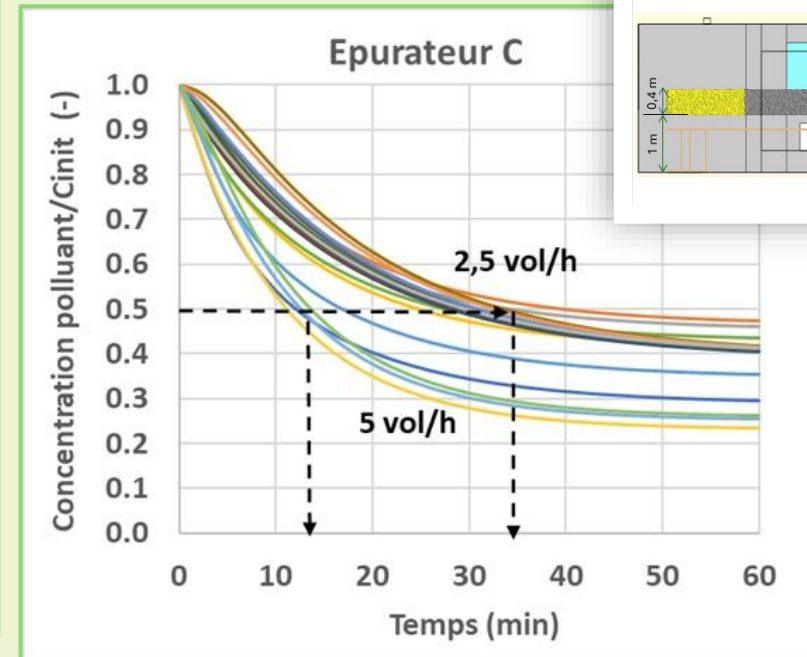
Analyse comparative calcul - mesures



# Résultats de calculs

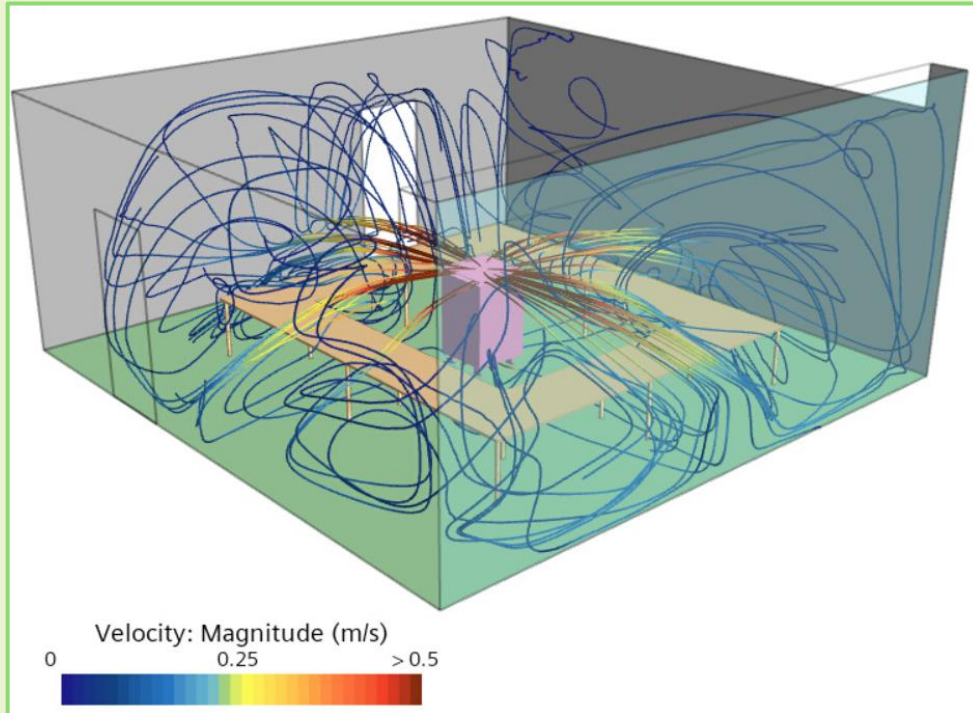


Salle rectangulaire, épurateur A

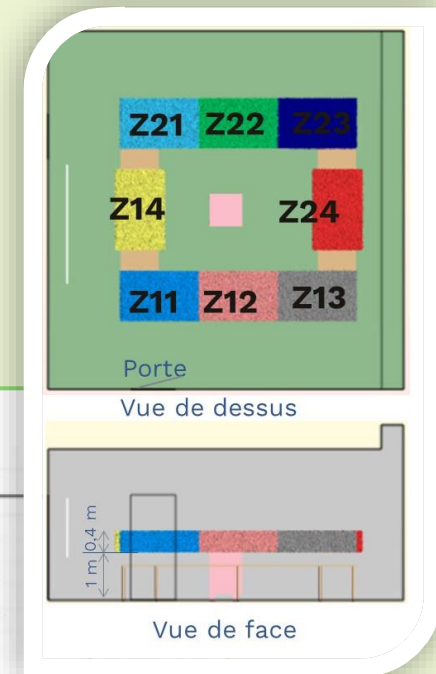
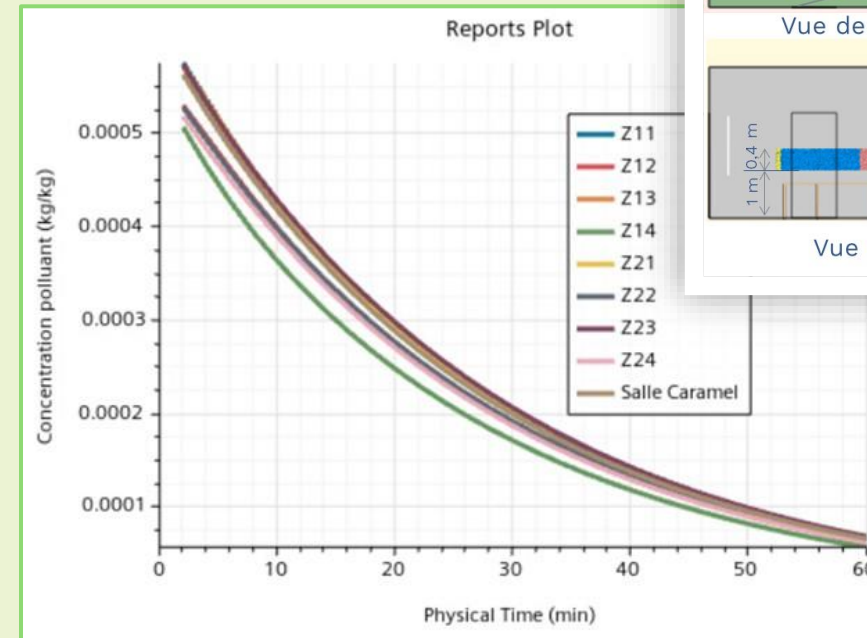




# Résultats de calculs

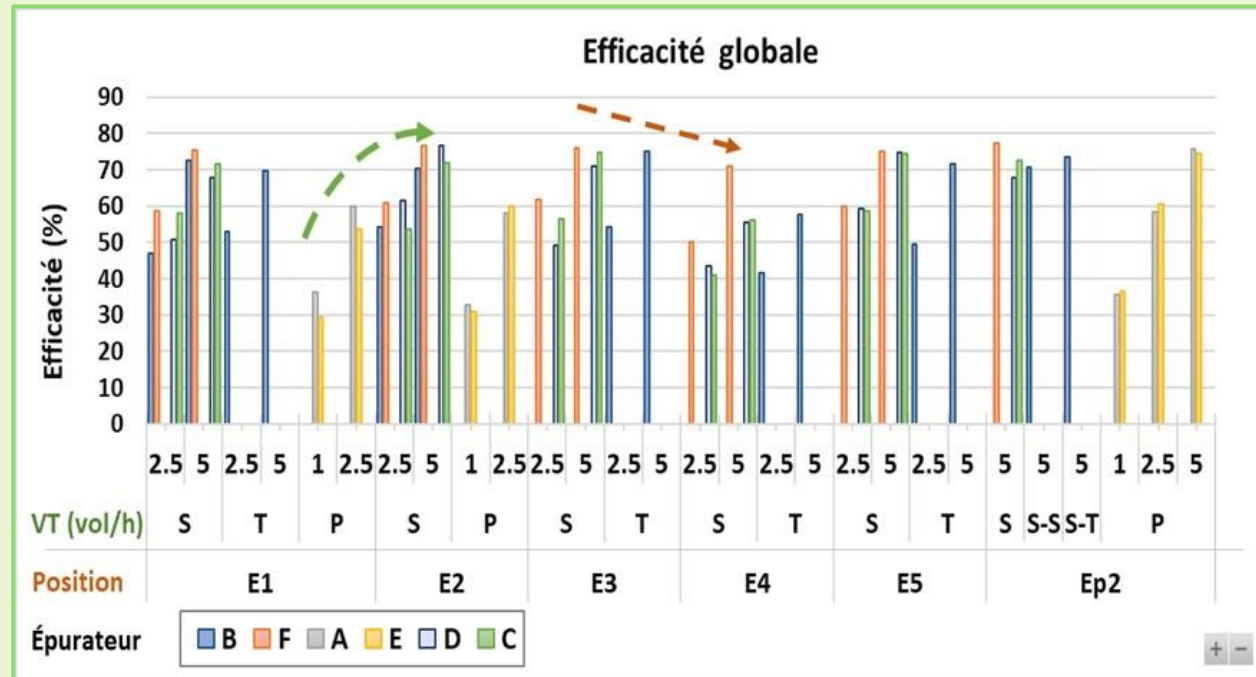


Salle carrée, épurateur D

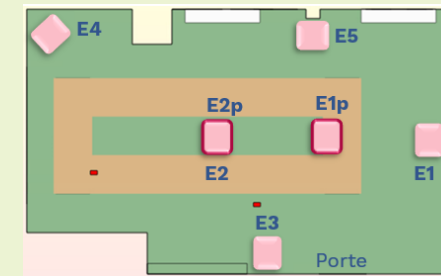


# Résultats de calculs

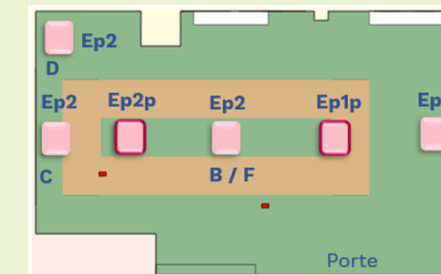
Efficacité globale d'épuration (après 60 minutes)



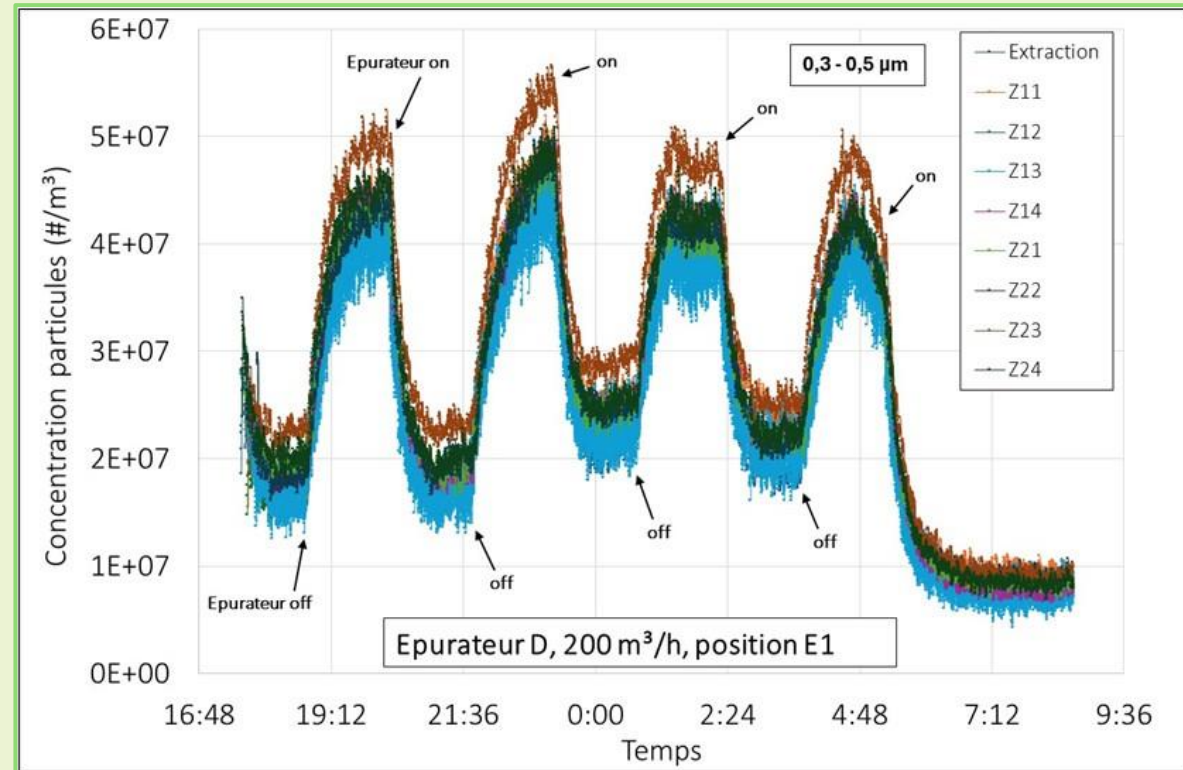
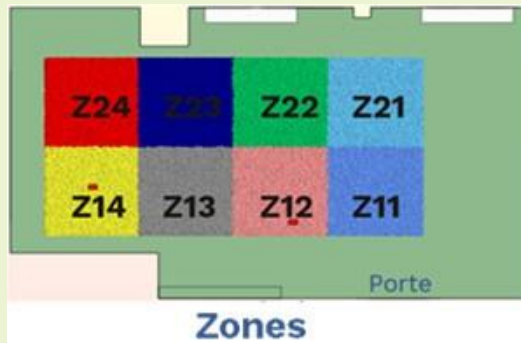
Epurateurs au sol



Epurateurs plafonniers



# Résultats de mesures

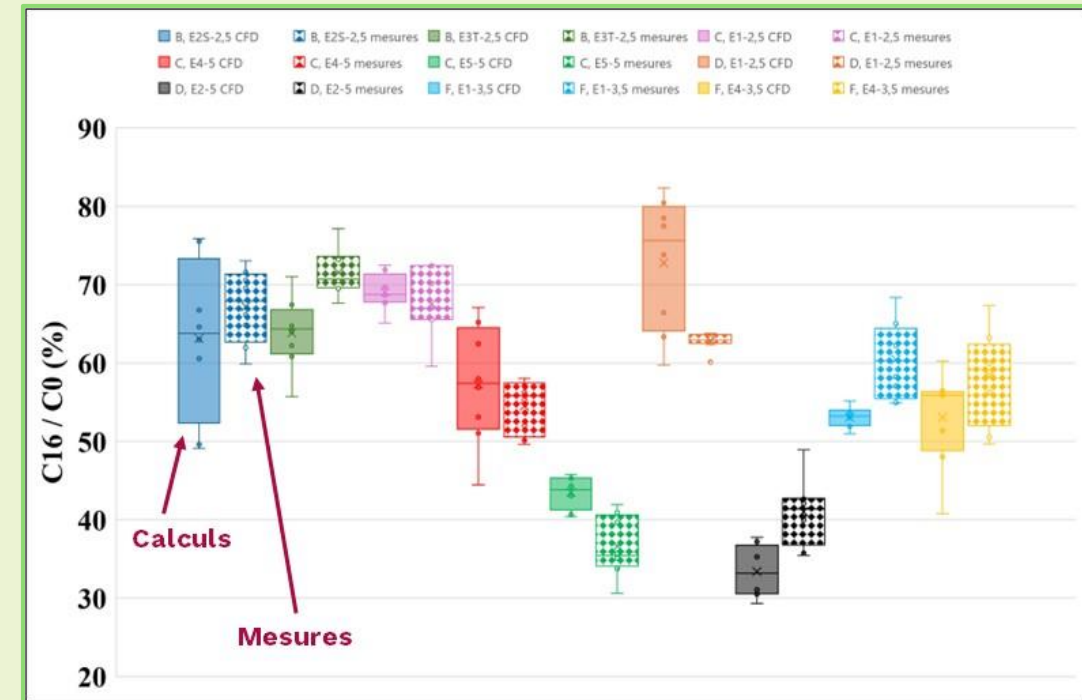


Salle rectangulaire, épurateur D (200  $m^3/h$ )

# Résultats de mesures & calculs

Valeurs mesurées proches des valeurs calculées, bien que quelques écarts subsistent car des hypothèses sont différentes

- Salle
- Polluant / particules
- Ecoulements d'air
- Zones calculs / points mesures



Salle rectangulaire

# Les grandes tendances

## Efficacité d'épuration

- Augmente avec le débit d'air
- Légèrement réduite dans la salle ventilée (afflux continu de particules extérieures)

## Placement optimal

- Recommandé : au centre de la salle
- Déconseillé : dans les coins

## Considérations supplémentaires

- Impact local difficile à évaluer dans la salle ventilée
- Homogénéité du traitement variable selon l'emplacement et l'aéraulique (salle non ventilée)
- Attention au bruit et aux vitesses d'air locales élevées

30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

# Projet PHARAON (2023-2027)



**INTERCLIMA**

30 SEPT - 3 OCT 2024

# Projet PHARAON (2023-2027)



Protocole **HAR**monisé et transverse  
pour évaluer et hiérarchiser  
les **A**ctions de remédiati**ON**  
en air intérieur

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

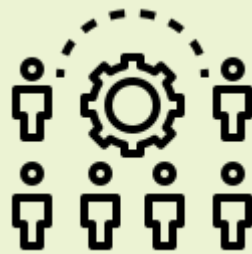
**INTERCLIMA**



30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

# Projet PHARAON (2023-2027)



Protocole **HAR**monisé et transverse pour évaluer et hiérarchiser les **Actions** de remédiati**ON** en air intérieur



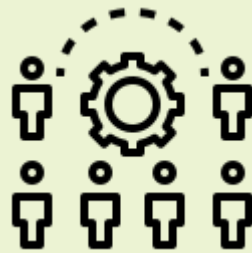
INTERCLIMA



30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

# Projet PHARAON (2023-2027)



Protocole **HAR**monisé et transverse pour évaluer et hiérarchiser les **Actions** de remédiati**ON** en air intérieur

PARTENAIRES PILOTES



PARTENAIRES EXPERTS



**INTERCLIMA**

# Projet PHARAON (2023-2027)



EXPÉRIMENTAL



Protocole **HAR**monisé et transverse pour évaluer et hiérarchiser les **Actions** de remédiati**ON** en air intérieur

PARTENAIRES PILOTES



PARTENAIRES EXPERTS



**INTERCLIMA**

# Projet PHARAON (2023-2027)



EXPÉRIMENTAL



BASÉ sur des MÉTRIQUES



Protocole **HAR**monisé et transverse pour évaluer et hiérarchiser les **Actions** de remédiati**ON** en air intérieur

## PARTENAIRES PILOTES



## PARTENAIRES EXPERTS



# Projet PHARAON (2023-2027)



EXPÉRIMENTAL



BASÉ sur des MÉTRIQUES



pas QUE sur le TRAITEMENT !



Protocole **HAR**monisé et transverse  
pour évaluer et hiérarchiser  
les **Actions** de remédiati**ON**  
en air intérieur

## PARTENAIRES PILOTES



## PARTENAIRES EXPERTS



30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

# Les trois verrous du projet PHARAON



**INTERCLIMA**

# Les trois verrous du projet PHARAON



1/ Les « **solutions de remédiation** » air intérieur correspondent à une grande **diversité de dispositifs, de pratiques et de produits**, dont le choix et la mise en œuvre sont confiés à l'occupant.

# Les trois verrous du projet PHARAON



1/ Les « **solutions de remédiation** » air intérieur correspondent à une grande **diversité de dispositifs, de pratiques et de produits**, dont le choix et la mise en œuvre sont confiés à l'occupant.

2/ Pour valider les perf. en environnements réels, la **diversité des polluants** de l'air intérieur et leurs **niveaux typiques de concentration** doivent être pris en compte : *protocole en conditions réalistes*.

# Les trois verrous du projet PHARAON



**1/ Les « solutions de remédiation »** air intérieur correspondent à une grande **diversité de dispositifs, de pratiques et de produits**, dont le choix et la mise en œuvre sont confiés à l'occupant.

**2/** Pour valider les perf. en environnements réels, la **diversité des polluants** de l'air intérieur et leurs **niveaux typiques de concentration** doivent être pris en compte : *protocole en conditions réalistes*.

**3/** Quelles **métriques de performance** définir pour qualifier l'action des solutions de remédiation ? Sont-elles applicables à l'ensemble des contaminants ? Doivent-elles porter **sur les contaminants ou sur leurs impacts** ?



# Les trois verrous du projet PHARAON



1/ Les « **solutions de remédiation** » air intérieur correspondent à une grande **diversité de dispositifs, de pratiques et de produits**, dont le choix et la mise en œuvre sont confiés à l'occupant.

2/ Pour valider les perf. en environnements réels, la **diversité des polluants** de l'air intérieur et leurs **niveaux typiques de concentration** doivent être pris en compte : *protocole en conditions réalistes*.

3/ Quelles **métriques de performance** définir pour qualifier l'action des solutions de remédiation ? Sont-elles applicables à l'ensemble des contaminants ? Doivent-elles porter **sur les contaminants ou sur leurs impacts** ?



$\emptyset < \text{nm}$



$\emptyset \# \mu\text{m}$



$\emptyset \# \mu\text{m}$

# Les trois verrous du projet PHARAON



**1/ Les « solutions de remédiation »** air intérieur correspondent à une grande **diversité de dispositifs, de pratiques et de produits**, dont le choix et la mise en œuvre sont confiés à l'occupant.

→ *Comment catégoriser l'ensemble des solutions disponibles actuellement ?*

**2/ Pour valider les perf. en environnements réels, la diversité des polluants** de l'air intérieur et leurs **niveaux typiques de concentration** doivent être pris en compte : *protocole en conditions réalistes.*



$\emptyset < \text{nm}$



$\emptyset \# \mu\text{m}$



$\emptyset \# \mu\text{m}$

**3/ Quelles métriques de performance** définir pour qualifier l'action des solutions de remédiation ? Sont-elles applicables à l'ensemble des contaminants ? Doivent-elles porter **sur les contaminants ou sur leurs impacts** ?

# Les trois verrous du projet PHARAON



**1/ Les « solutions de remédiation »** air intérieur correspondent à une grande **diversité de dispositifs, de pratiques et de produits**, dont le choix et la mise en œuvre sont confiés à l'occupant.

→ Comment catégoriser l'ensemble des solutions disponibles actuellement ?



$\emptyset < \text{nm}$



$\emptyset \# \mu\text{m}$



$\emptyset \# \mu\text{m}$

**2/ Pour valider les perf. en environnements réels, la diversité des polluants** de l'air intérieur et leurs **niveaux typiques de concentration** doivent être pris en compte : *protocole en conditions réalistes.*

**3/ Quelles métriques de performance** définir pour qualifier l'action des solutions de remédiation ? Sont-elles applicables à l'ensemble des contaminants ? Doivent-elles porter **sur les contaminants ou sur leurs impacts** ?

→ Quelle sont les différentes approches dans les métriques de perf. en QAI ?

30 SEPT - 3 OCT 2024

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



**INTERCLIMA**

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



La mise en contact de l'air à traiter et du dispositif de traitement repose sur les mouvements d'air de l'espace intérieur : diffusion, convection, écoulement d'air associé à la VMC, etc.

→ Pas de conso d'énergie en  $f^{nt}$

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



La mise en contact de l'air à traiter et du dispositif de traitement repose sur les mouvements d'air de l'espace intérieur : diffusion, convection, écoulement d'air associé à la VMC, etc.

→ Pas de conso d'énergie en  $f^{nt}$



Dispositif actif



# CATEGORISATION des solutions de remédiation



## Dispositif passif



La mise en contact de l'air à traiter et du dispositif de traitement repose sur les mouvements d'air de l'espace intérieur : diffusion, convection, écoulement d'air associé à la VMC, etc.

→ Pas de conso d'énergie en  $f^{nt}$

## Dispositif actif



Le dispositif est associé à un système de circulation d'air (dispositifs autonomes, dispositifs en recirculation) ou adjoint à une CTA. L'air traverse le dispositif une ou plusieurs fois.

→ Consommation énergie



# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



Destructif

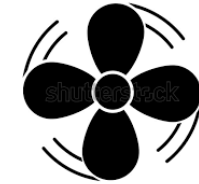
# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif

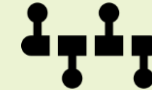


Dispositif actif



Destructif

Le dispositif vise à TRANSFORMER le polluant initial en une autre espèce (non problématique). Généralement basés sur l'oxydation, (ex : minéraliser les COV :  $[\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}]$ )



→ Processus réactif → formation possible d'autres espèces ?

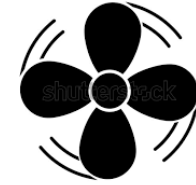
# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif

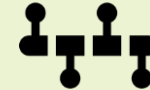


Dispositif actif



Destructif

Le dispositif vise à TRANSFORMER le polluant initial en une autre espèce (non problématique). Généralement basés sur l'oxydation, (ex : minéraliser les COV :  $[CO_2 + H_2O]$ )



→ Processus réactif → formation possible d'autres espèces ?

Non-destructif

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif

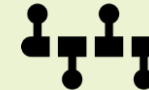


Dispositif actif



Destructif

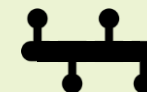
Le dispositif vise à TRANSFORMER le polluant initial en une autre espèce (non problématique). Généralement basés sur l'oxydation, (ex : minéraliser les COV :  $[CO_2 + H_2O]$ )



→ Processus réactif → formation possible d'autres espèces ?

Non-destructif

Le dispositif vise à TRANFERER le polluant initial dans une autre phase, il s'agit généralement d'un piégeage qui ne modifie pas la structure initiale du polluant, ex : adsorption / absorption



→ Processus non-réactif → durée de vie ?

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



Destructif

Non-destructif

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse



Destructif

Non-destructif

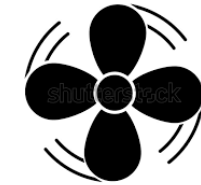
# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse



Destructif

Non-destructif

adsorption dispositif autonome / intégré CTA,  
murs végétalisés (?)





# CATEGORISATION des solutions de remédiation



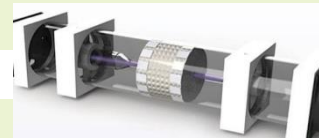
Dispositif passif



Dispositif actif



photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse



régénération d'adsorbant par plasma



adsorption dispositif autonome / intégré CTA,  
murs végétalisés (?)

Destructif

Non-destructif

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



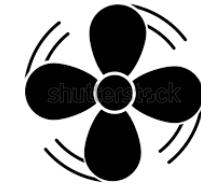
Dispositif passif



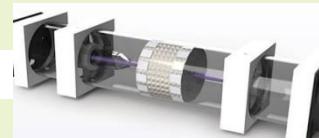
photocatalyseur intégré matériaux construction ou décoration



Dispositif actif



photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse



régénération d'adsorbant par plasma



adsorption dispositif autonome / intégré CTA,  
murs végétalisés (?)

Destructif

Non-destructif

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



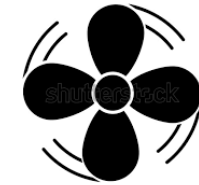
photocatalyseur intégré matériaux construction ou décoration



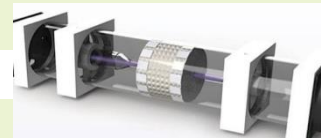
Destructif



Dispositif actif

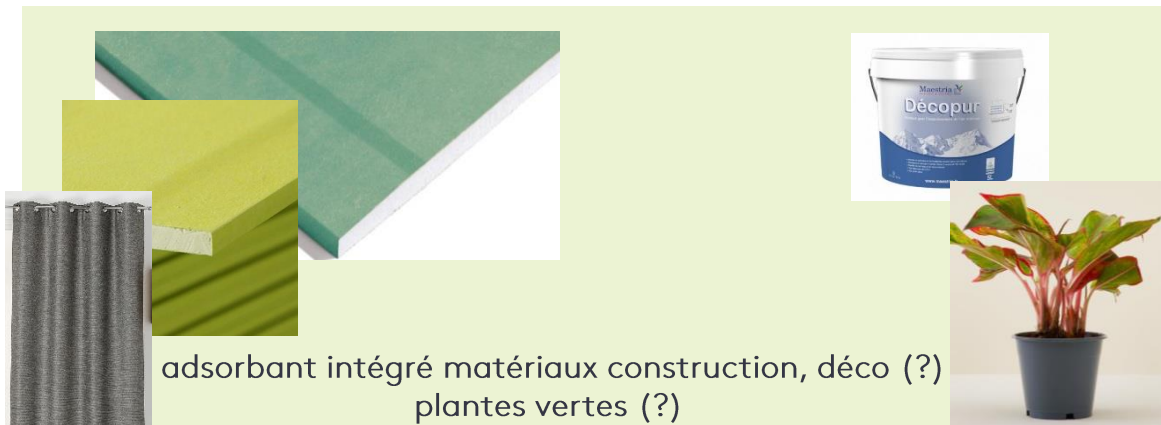


photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse



régénération d'adsorbant par plasma

Non-destructif



adsorbant intégré matériaux construction, déco (?)  
plantes vertes (?)



adsorption dispositif autonome / intégré CTA,  
murs végétalisés (?)

# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



Destructif

photocatalyseur intégré matériaux construction ou décoration

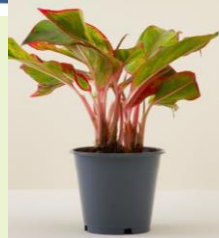


photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse

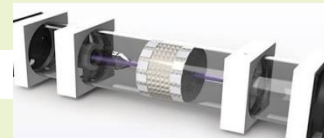


Non-destructif

L'AERATION est-elle assimilable à une technologie PASSIVE et NON-DESTRUCTIVE ?



adsorbant intégré matériaux construction, déco (?)  
plantes vertes (?)



régénération d'adsorbant par plasma



adsorption dispositif autonome / intégré CTA,  
murs végétalisés (?)





# CATEGORISATION des solutions de remédiation



Dispositif passif



Dispositif actif



Destructif

photocatalyseur intégré matériaux construction ou décoration

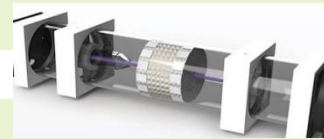
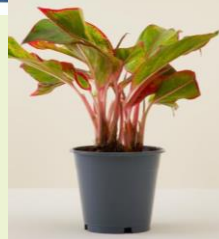


photocatalyse / ozonolyse / photolyse / plasma / plasma-catalyse



Non-destructif

adsorbant intégré matériaux construction, déco (?)  
plantes vertes (?)



régénération d'adsorbant par plasma

adsorption de l'humidité / au plafond / intégré CTA,  
intégrés ventilés (?)



La VENTILATION est-elle assimilable à une technologie PASSIVE et NON-DESTRUCTIVE ?

La VENTILATION est-elle assimilable à une technologie ACTIVE et NON-DESTRUCTIVE ?

# Quelles métriques considérer ?



# Quelles métriques considérer ?



La métrique classique : le CADR

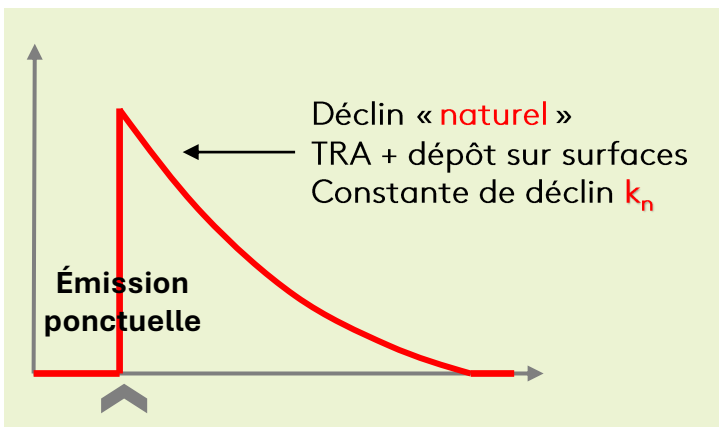
# Quelles métriques considérer ?



La métrique classique : le CADR

## Quelle dynamique de polluants ?

scénario ponctuel





# Quelles métriques considérer ?

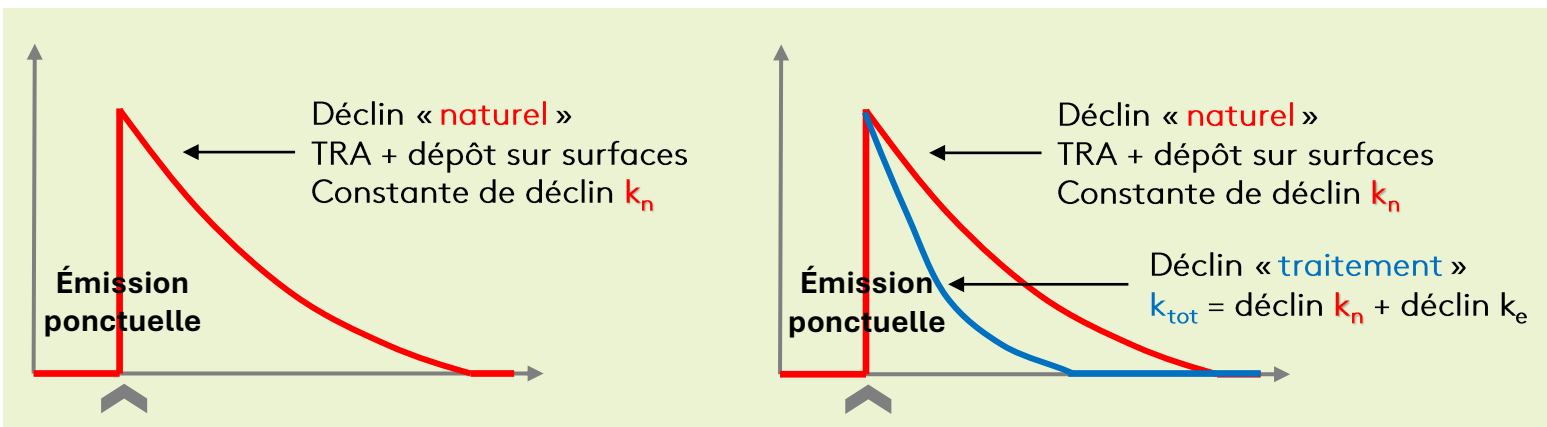


La métrique classique : le CADR

Quelle dynamique de polluants ?

Quel impact du système de traitement ?

scénario ponctuel



# Quelles métriques considérer ?



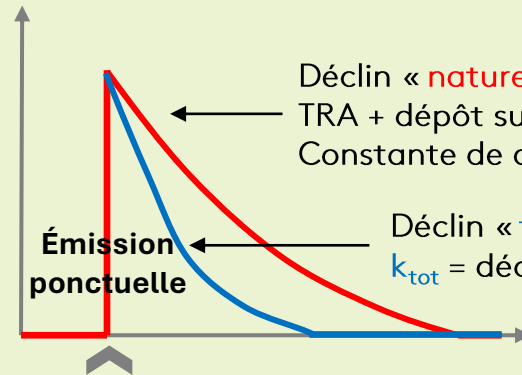
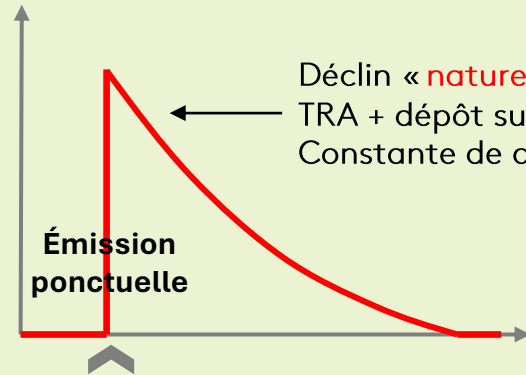
La métrique classique : le CADR

Quelle dynamique de polluants ?

Quel impact du système de traitement ?

Quels paramètres de performance ?

scénario ponctuel



Constante d'épuration  $k_e$   
Rmq :  $k_e \neq k_{tot}$

CADR =  $V * (k_n - k_{tot})$   
unité :  $m^3/h$   
Clean Air Delivery Rate

Si *DESTRUCTIF* :

Recherche et quantification  
des sous produits formés

$[C]_{max}$  ( $\mu mol/m^3$ )  
 $q_{tot}$  ( $\mu mol$ )  
% bilan C

Quantification de la fraction  
minéralisée ( $CO_2$ )

Si possible !  
% bilan C

# Quelles métriques considérer ?



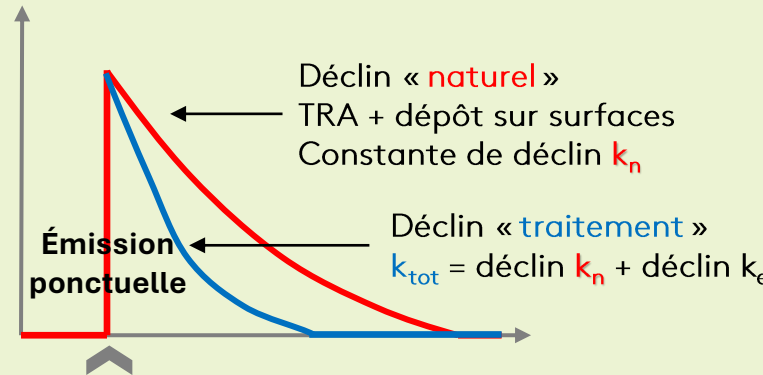
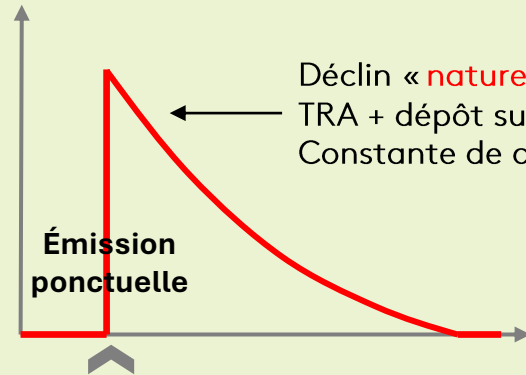
La métrique classique : le CADR

Quelle dynamique de polluants ?

Quel impact du système de traitement ?

Quels paramètres de performance ?

scénario ponctuel



Constante d'épuration  $k_e$   
 Rmq :  $k_e \neq k_{tot}$   $\rightarrow$  CADR =  $V * (k_n - k_{tot})$   
 unité :  $m^3/h$   
 Clean Air Delivery Rate

*Si DESTRUCTIF :*  
 Recherche et quantification des sous produits formés  $\rightarrow$   $[C]_{max}$  ( $\mu mol/m^3$ )  
 $q_{tot}$  ( $\mu mol$ )  
 % bilan C  
 Quantification de la fraction minéralisée ( $CO_2$ )  $\rightarrow$  Si possible !  
 % bilan C

Le CADR est-il applicable à tous les contaminants ? À toutes les solutions ?

# Quelles métriques considérer ?



# Quelles métriques considérer ?



Des métriques plus originales

# Quelles métriques considérer ?



Des métriques plus originales

Une métrique intégrative : Indice TAIL

Une métrique sur l'impact : Indice DALY

# Quelles métriques considérer ?



Des métriques plus originales

## Une métrique intégrative : Indice TAIL

Objectif : Caractériser la QEI du bâtiment avant et après rénovation

- Quid de la possibilité de l'adaptation avant et après remédiation ?

4 critères de confort :

Thermal  
Acoustic  
IAQ  
Light

### Overall quality of indoor environment



Quality of T-A-I-L

## Une métrique sur l'impact : Indice DALY

# Quelles métriques considérer ?



Des métriques plus originales

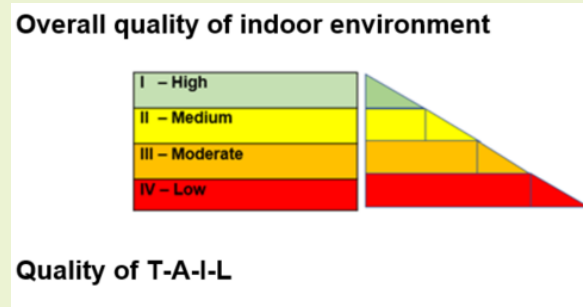
## Une métrique intégrative : Indice TAIL

Objectif : Caractériser la QEI du bâtiment avant et après rénovation

- Quid de la possibilité de l'adaptation avant et après remédiation ?

4 critères de confort :

Thermal  
Acoustic  
IAQ  
Light



## Une métrique sur l'impact : Indice DALY

**DALY (Disability Adjusted Life Years) :**

Évalue les années perdues de vie en bonne santé

Exprimé en années pour 100 000 personnes

Pour chaque polluant, prise en compte :

pathologies dues au polluant  
incidence de chaque pathologie

conversion de l'impact de la remédiation en DALY





30 SEPT - 3 OCT 2024

# Projet PHARAON (2023-2027)



PARIS - PORTE DE VERSAILLES

EXPÉRIMENTAL



BASÉ sur des MÉTRIQUES



pas QUE sur le TRAITEMENT !



Protocole **HAR**monisé et transverse  
pour évaluer et hiérarchiser  
les **Actions** de remédiati**ON**  
en air intérieur

PARTENAIRES PILOTES



PARTENAIRES EXPERTS



INTERCLIMA

## Conclusion générale

Les épurateurs d'air autonomes améliorent la QAI

- Besoin de connaître leurs performances intrinsèques  
-> normes

Il existe d'autres techniques de remediation de la QAI

- Besoin d'un protocole harmonisé  
-> projet PHARAON

Règles d'implantation épurateurs en situations réelles

- > Débit d'air, emplacement, aéraulique, bruit



# Remerciements

L'ADEME

Les ressortissants du CETIAT membres du GT "Filtration – AAT – DEG"

- Et plus particulièrement les fournisseurs des épurateurs
  - > AAF, CAMFIL, DELTA NEU, ERLAB, FRANCE AIR, INTERFILTRE

Au CETIAT

- > Mirela Robitu, Benoît Golaz, Dominique Pugnet, Lionel Boiteux, Jean Marc Thiebaut

A l'IMT

30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

# INTERCLIMA

Rencontrez les experts CETIAT



Alain Ginestet



Walter Vesine

**Stand H3-B014**

Built by



In the business of  
building businesses

