



# Qualité de l'Air Intérieur

**Mardi 26 mars 2019**

14h00 - 17h00

**Lycée Gustave Eiffel**

des métiers du bâtiment et des  
travaux publics

Rue Gustave Eiffel, 68700 Cernay



- 14h – 14h15** Introduction - Andrée Buchman (OQAI)
- 14h15- 14h45** Les enjeux pour les bâtiments et les occupants - Marie-Angel Sanchez (AQC)
- 14h45-15h05** Les effets de la pollution extérieure - Bérénice Jenneson (ATMO Grand'Est)
- 15h05 – 15h30** Pause
- 15h30 – 15h50** Le radon - Bertrand Chauvet (AQC)
- 16h05 – 16h25** Gérer la QAI en phase chantier, le projet ICHAQAI - Marie-Ange Sanchez (AQC)
- 16h25 – 16h45** Une nouvelle formation de ventiliste –  
Mélanie Trommenschlager (Campus 3<sup>E</sup>) –  
Youssef Zouinka (Lycée Gustave Eiffel)





## Les évènements à venir

- 28/03 Visite de chantier plateforme handicap à Diemeringen et du centre archéologique à Dehlingen
- 07/05 Visite d'une médiathèque en bois à Kaysersberg
- 14/05 Performance intrinsèque et usage des bâtiments à l'INSA
- 23/05 Remise de prix Envirobat Grand Est à Metz
- 24/05 Moins de m<sup>2</sup> pour de meilleurs m<sup>2</sup> à Erstein
- Juin Méthodologie du bâtiment durable à l'INSA
- Septembre Colloque retour OBEC et RE 2020 à l'INSA
- 03/10 Colloque Grand Est Confort d'été à l'INSA
- Automne Menuiseries - enveloppes en détail à l'INSA



# Formations continues

04-08/2019	68	Eco-rénovation du bâti ancien
Septembre		BEPOS, ACV : anticiper la future réglementation E+C-
Printemps		Rénovation énergétique des copropriétés
2019	INSA	L'autoconsommation photovoltaïque : produire son énergie



 **Bonne conférence!**



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# L'observatoire de la qualité de l'air intérieur: un outil au service de la santé environnementale

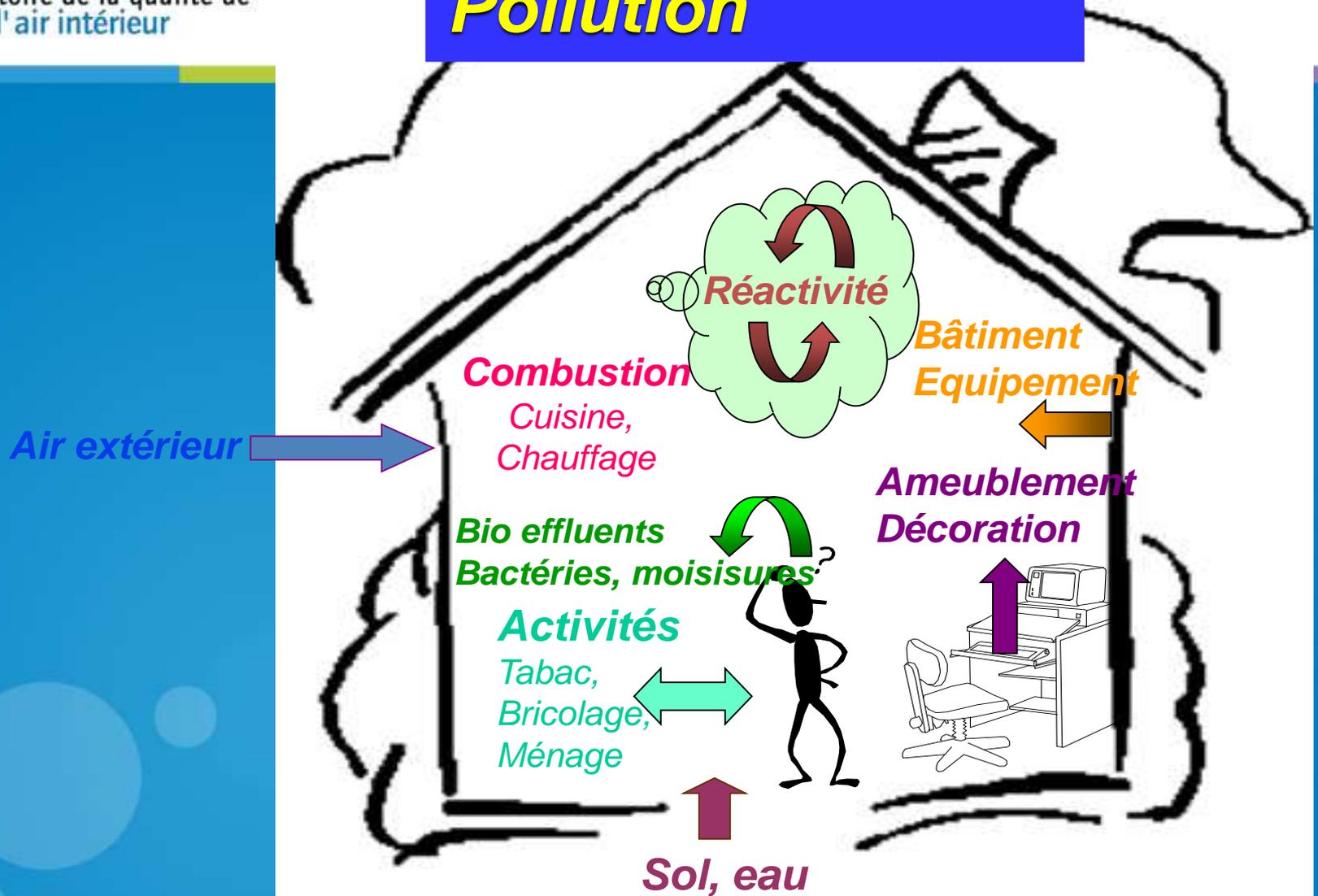
Andrée BUCHMANN, présidente

Cernay, 26 mars 2019



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Sources de Pollution





# Principales « pathologies »

## Maladies :

- ☞ Asthme,
- ☞ Infections resp.,
- ☞ Légionellose,
- ☞ Liées à la reproduction,
- ☞ Neurologique,
- ☞ Cancer (poumon)
- ☞ AVC, maladies cardio vasc.
- ☞ Sclérose en plaques...

## Symptômes :

- ☞ Irritation de la peau, yeux, nez, gorge,
- ☞ Maux de tête,
- ☞ Fatigue,
- ☞ Baisse de performances.

## Inconfort :

- ☞ Confinement,
- ☞ Odeurs,
- ☞ Température,
- ☞ Humidité.



**Sick Building Syndrome**  
(Syndrome des Bâtiments Malsains)



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Connaître pour agir



Créé en 2001

## Missions :

Fournir des éléments pour la  
gestion des risques sanitaires  
Informer le grand public, former  
les professionnels  
Emettre des recommandations  
de gestion sur les espaces clos

## Gouvernance :

Andrée Buchmann (Présidente)

Conseil de surveillance ; Conseil scientifique (Pr Isabelle Momas) ; Comité consultatif

CSTB (opérateur) (Séverine Kirchner, Corinne Mandin)

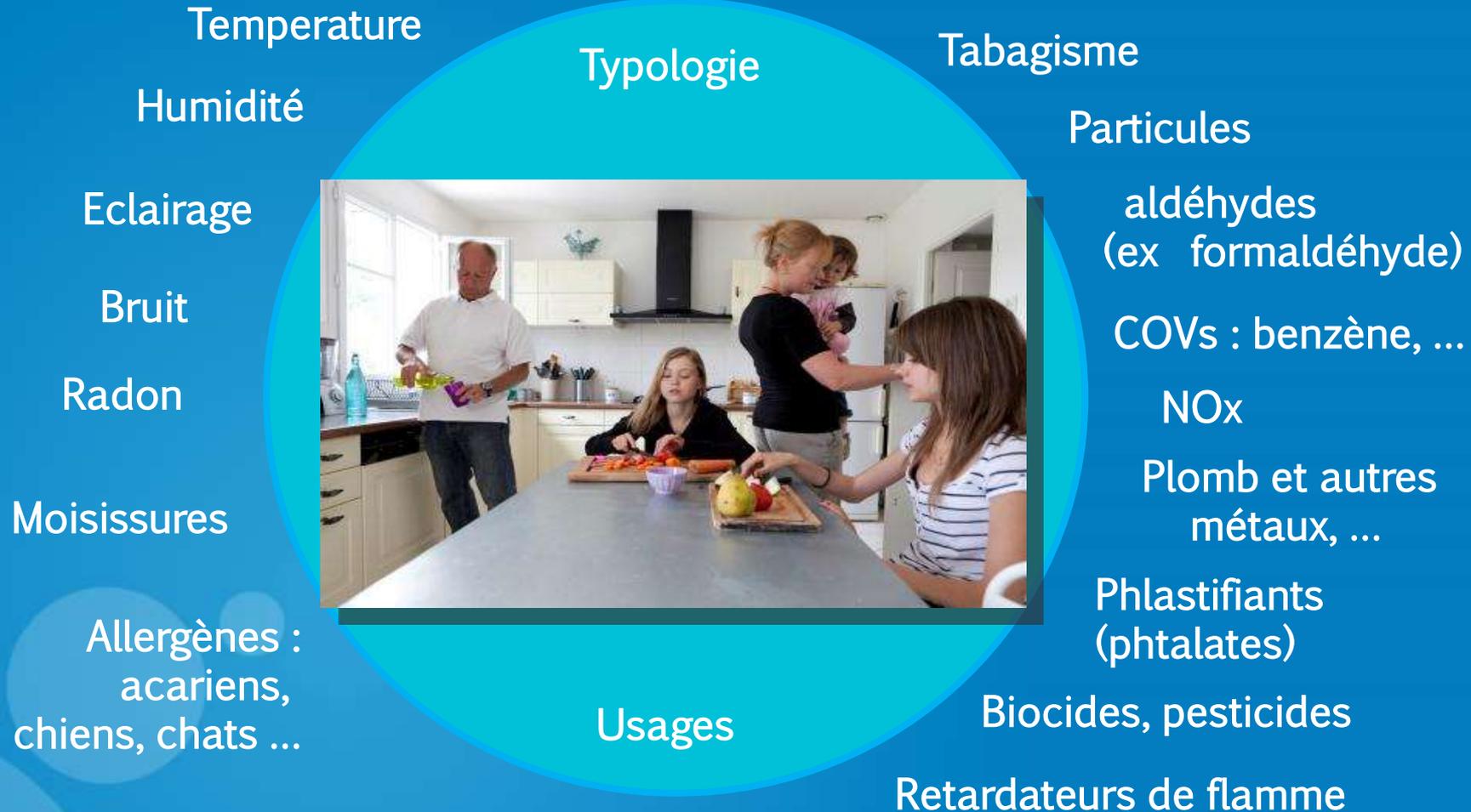
Réseau pluridisciplinaire de partenaires

**Financements** 100% publics des ministères en charge de la construction, de l'environnement, de la santé et des agences (ADEME, ANSES)



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Approche intégrée du bâtiment





Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur



**Campagne nationale Logements** 2003 – 2005 +  
*Nouvelle campagne nationale en préparation*



Budgets-espaces-temps des enfants  
Campagne nationale Piscines et Patinoires  
**Campagne nationale Ecoles** 2013 - 2017



**Campagne nationale Bureaux** 2013 - 2017



**Campagne Bâtiments  
performants en énergie** 2013 - *en cours*



**Campagne nationale Etablissements  
sociaux et médicosociaux** *en préparation*



**Plus de 1000 substances chimiques et particulaires  
classées sur des critères sanitaires** *(Almeras et al, 2010)*

## **Pour les logements (15 substances prioritaires)**

formaldéhyde  
benzène  
monoxyde de carbone  
di-2-éthylhexylphtalate (DEHP)  
acroléine,  
plomb  
acétaldéhyde  
particules inertes (PM10 et PM2.5)  
cadmium  
arsenic  
benzo[a]pyrène  
benzo[a]anthracène  
1,4-dichlorobenzène  
chloroforme

## **Pour les écoles (6 substances prioritaires)**

formaldéhyde  
benzène  
acétaldéhyde  
PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>  
chrome

## **Pour les bureaux (5 substances prioritaires)**

benzène  
PM2.5  
mélange de PCB  
éthylbenzène  
formaldéhyde



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

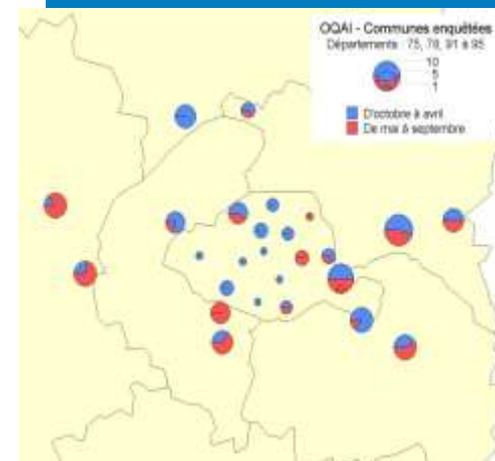
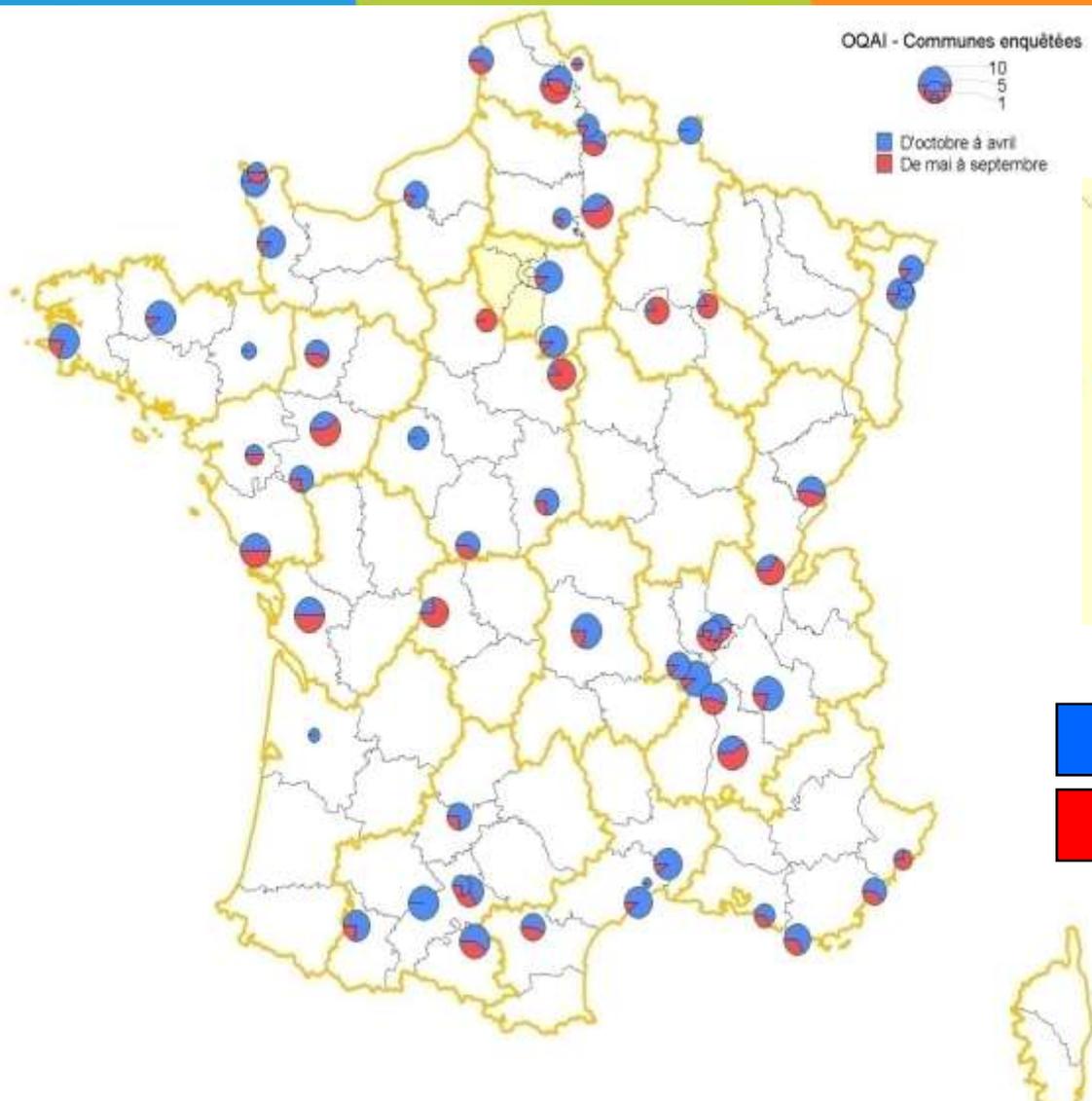
# Programme « Logements » Campagne 2003-2005 des millions de données





Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Campagne nationale oct 2003- dec 2005



■ Enquête d'octobre à avril (65%)

■ Enquête de mai à septembre (35%)



## Paramètres étudiés

### biologiques

- ✓ Allergènes chiens (Feld1) et chats (Can f1) dans l'air
- ✓ Allergènes d'acariens dans la poussière de matelas (Derp1 et Derf1)
- ✓ Allergènes de moisissures (sous-échantillon)

### physiques

- ✓ Particules inertes ( $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$ )
- ✓ Particules ultrafines (sous-échantillon)
- ✓ Radon
- ✓ Rayonnement gamma
- ✓ Humidité
- ✓ Température

### chimiques

- ✓ CO environnemental et CO expiré
- ✓  $CO_2$
- ✓ COV : 20 composés cibles

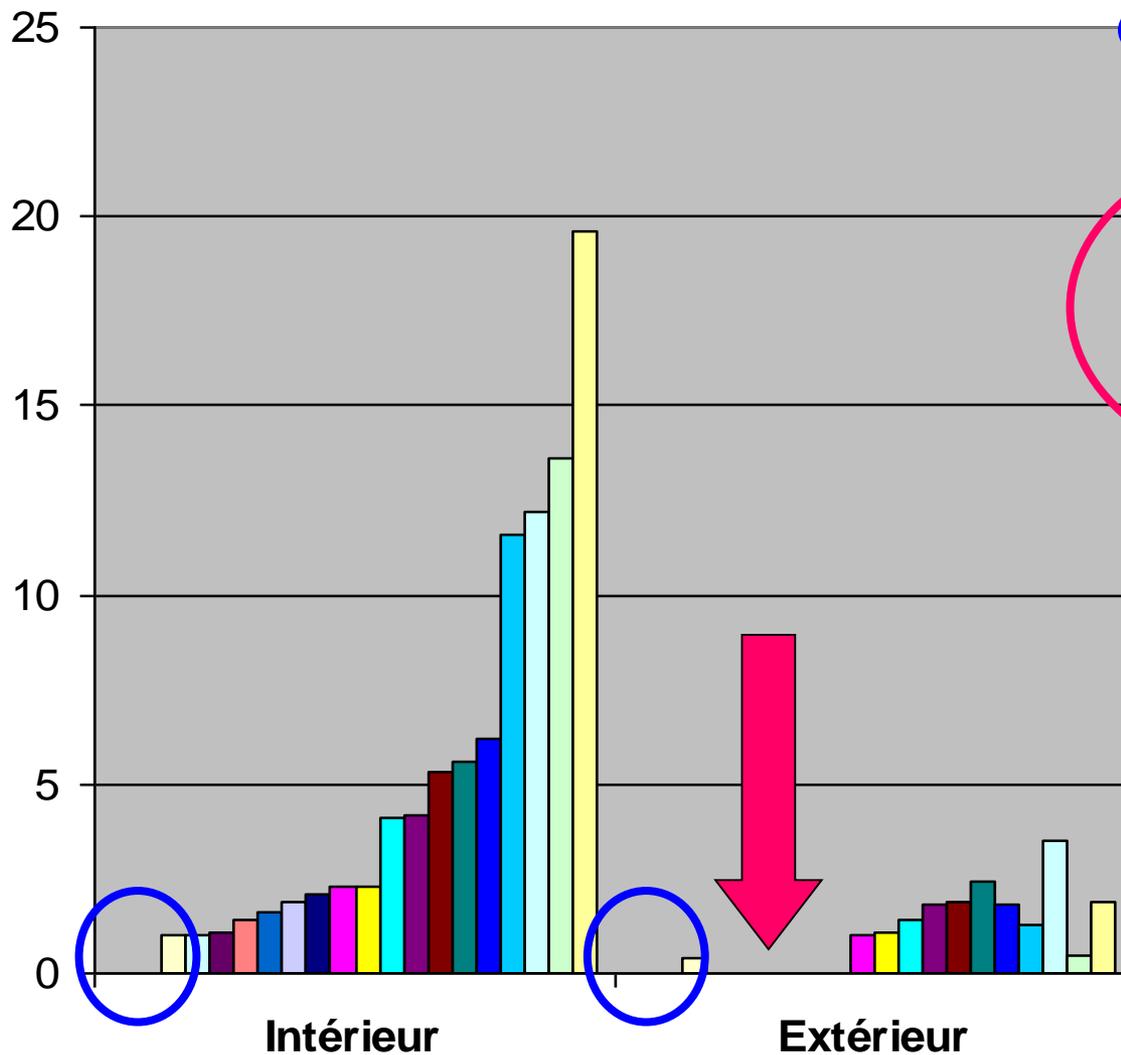
**Débit d'air des systèmes de ventilation**



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Comparaison des concentrations médianes intérieures et extérieures (COV)

Concentration  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



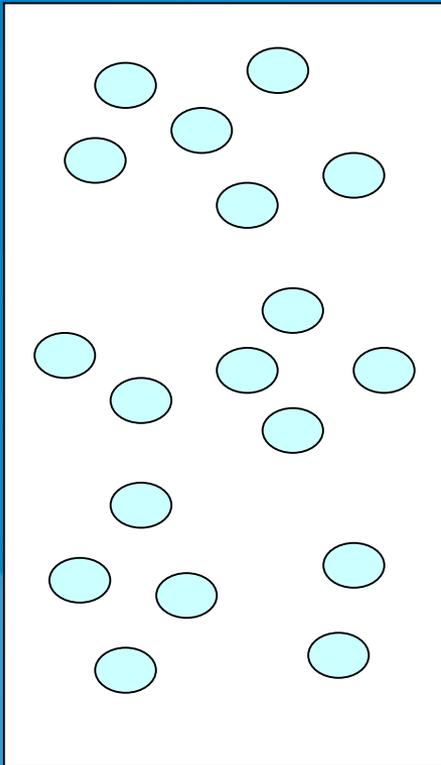
- 2-butoxy-éthylacétate
- 1-méthoxy-2propylacétate
- styrene
- trichloroéthylène
- Acroléine
- tétrachloroéthylène
- 2-butoxyéthanol
- 1 méthoxy2propanol
- Benzène
- Éthylbenzène
- o-xylène
- 1,2,4-triméthylbenzène
- 1,4-dichlorobenzène
- n-décane
- m/p xylène
- n-undécane
- Acétaldéhyde
- toluène
- Hexaldéhyde
- Formadéhyde



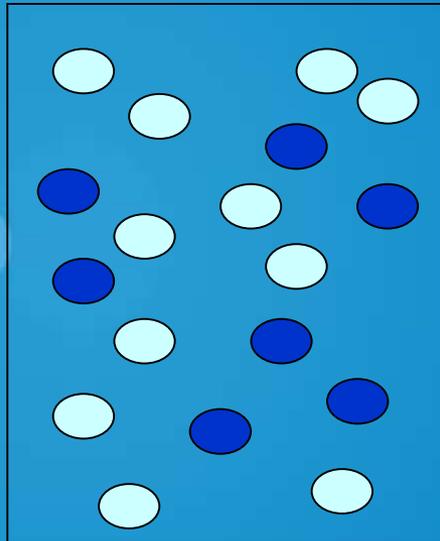
Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# La répartition de la pollution chimique organique (COV) n'est pas homogène dans le parc

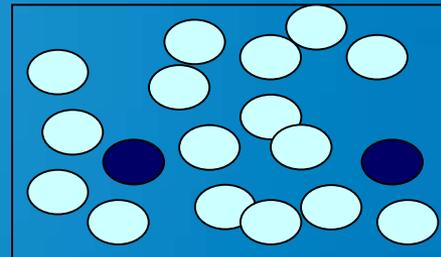
45%



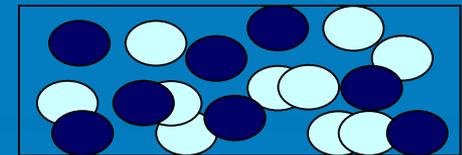
32%



14%



9%



Niveaux de  
concentrations



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Pistes d'amélioration et de prévention

## Sources de pollution



### Bâtiment

garage communicant,  
matériaux / produits de  
décoration récents  
dégât des eaux

### Présence et activités humaines

densité d'occupation  
désodorisants  
bougies, encens  
nettoyage à sec

## Gestion de l'air



### Taux de renouvellement d'air

Ouverture de fenêtres

**Etat des systèmes** de  
ventilation

## Localisation



### Qualité des sols

**Air extérieur**  
zones climatiques  
(T et H)

**Les niveaux de pollution ne sont pas les mêmes selon les niveaux de vie**



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Programme Lieux de vie fréquentés par les enfants



## Un lieu d'apprentissage

Des activités spécifiques  
Densité du mobilier  
Activités de nettoyage  
Proximité routière

6,7 millions d'enfants accueillis en 2012

Population sensible

Lieux de vie les plus fréquentés

après les logements

# Une base de données unique sur l'environnement de l'enfant à l'école

## Qualité de l'air dans les écoles **globalement satisfaisante**

-  **Grande majorité** des établissements scolaires **respectent** les valeurs guides réglementaires en **formaldéhyde et benzène**
-  Valeurs limites **jamais dépassées**
-  Enfants **moins exposés ou situation équivalente** à l'école que dans leur logement

## Points de vigilance

-  **Pollution aux particules fines**  
**PM<sub>2,5</sub> omniprésente**
-  **Nombreux composés organiques semi-volatils** dans l'air **ubiquitaires** : **phtalates, HAP et lindane**
-  **41 % des écoles** ont au moins une salle de classe très confinées (indice ICONE 3 ou 4)



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

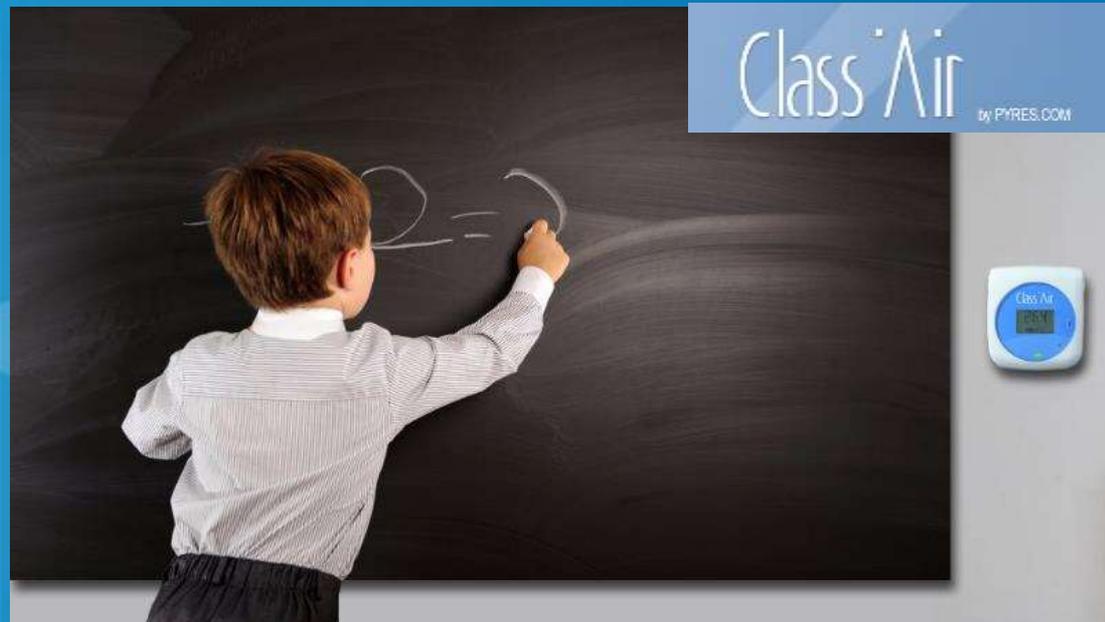
# Améliorer le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres

## LUM'AIR®

Boîtier intégré pour  
la mesure et la gestion  
du confinement de l'air  
dans les écoles et les crèches

- **Indice ICONE** : note de 0 à 5

- **Feux tricolores** : 



Credit photo Pyrescom



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Programme Bureaux



## **Des enjeux de performance au travail**

Forte densité d'appareils de  
bureautique (émissions de  
particules fines et ultrafines,  
d'ozone, de retardateurs de  
flamme)

Ménage quotidien

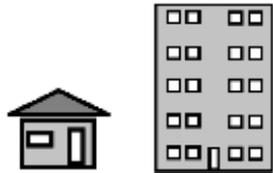
Systèmes mécaniques de  
ventilation fréquents



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Qualité de l'air et confort dans les 1er bâtiments performants investigués

## 72 logements dans bâtiments neufs ou récemment rénovés



Collecte de données au fil  
des études sur tout le  
territoire pour alimenter une  
base nationale exploitée par  
l'OQAI (OQAI-BPE)



**Chimiquement plus propres** sauf pour  
hexaldéhyde (matériaux à base de bois ? produit de traitement du  
bois ?,...), alpha-pinène et limonène (ossature bois ?, utilisation de  
produits d'entretien ?,...)



**Développement fongique plus élevé**  
Moins de traces d'humidité, de dégâts des eaux ou ayant fait  
l'objet de traitement contre l'humidité inférieurs à ceux des  
logements français



**Températures intérieures plus  
élevées** en période de hors-chauffe



**Niveau de confinement égal**  
**Pressions et débits d'air extraits  
pas toujours respectés**



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Le cas des moisissures

- Plus de  $1/3$  du parc français avec des développements de moisissures ; 14 à 20 % de ces contaminations sont visibles.
- Des effets avérés sur la santé : développement et exacerbation de l'asthme chez les enfants et les adultes exposés sur leur lieu de travail, rhinite allergique
- Tous les lieux de vie sont concernés : logements, écoles, hôpitaux, bureaux



# Coûts sanitaires et socio-économiques

- Effets sur la santé
- Pertes de production et absentéisme

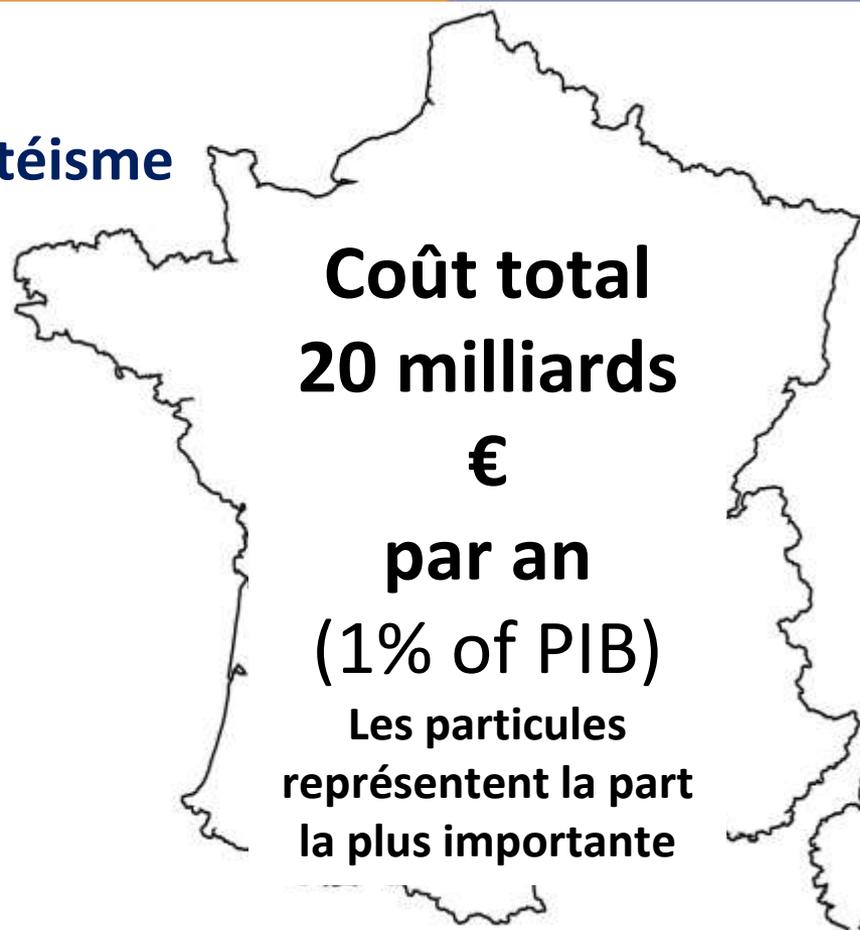
## 1. COÛTS EXTERNES

- 1.1 Coût de mortalité
- 1.2 Coût qualité de vie
- 1.3 Perte de productivité

## 2. IMPACT SUR LES FINANCES PUBLIQUES

- 2.1 Coût des soins
- 2.2 Coût de la recherche
- 2.3 Retraites non versées

*En milliard d'euros*



Benzène	TCE	Radon	CO	Particules	ETS
0,883	0,039	2,694	0,308	14,331	1,279



Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

# Enjeux futurs pour l'OQAI

## Prochains lieux de vie investigués :

EHPAD

Etablissement d'accueil de personnes handicapées

Unité de soin de longue durée (hôpitaux)

Campagne Logements 2

## Nouvelle ingénierie de collecte de données :

Miniaturisation des capteurs de pollution

Observatoire participatif (capteurs citoyens)





Observatoire de la qualité de l'air intérieur

# Veille documentaire, Information, communication, formation

[www.oqai.fr](http://www.oqai.fr)

Ateliers, Conférences  
Publications scientifiques  
Formation OQAI / CSTB (2 par an)



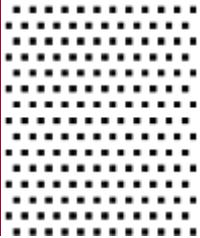


Observatoire de la qualité de  
l'air intérieur

- Merci de votre attention
- [www.oqai.fr](http://www.oqai.fr)



**Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction**



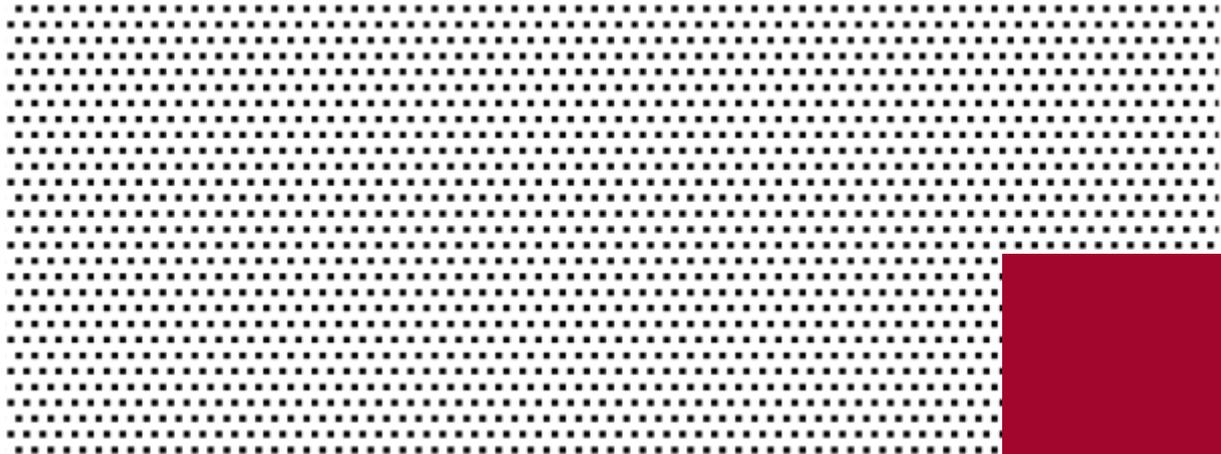
QUEL IMPACT DE LA QAI POUR LA  
SANTÉ DES PERSONNES ET DES  
BÂTIMENTS ?

RETOURS D'EXPERIENCES DU DISPOSITIF  
REX BÂTIMENTS PERFORMANTS



**Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction**

# LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR: UN ENJEU MAJEUR





Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

# CONTEXTE

## La Qualité de l'Air Intérieur (QAI), un sujet majeur de santé publique

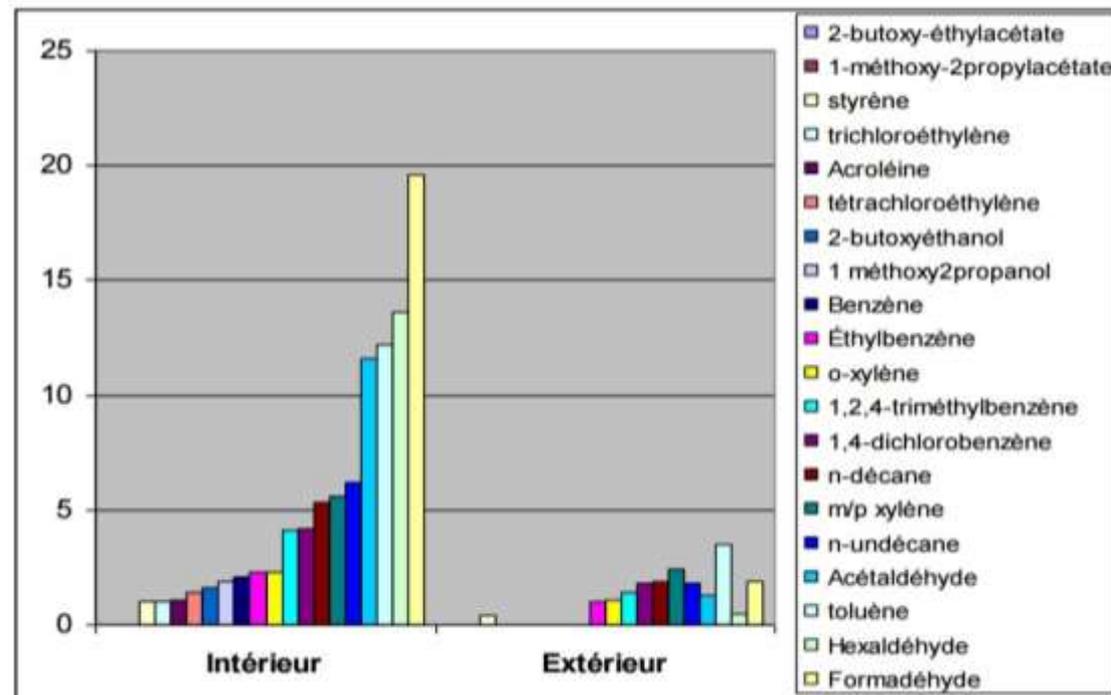
- **Nous respirons en permanence**
  - 12000l/jour (15 kg) d'air en moyenne passent chaque jour à travers nos poumons (contre 2 kg d'eau et 2 kg aliments)
- **Nous passons 90% de notre temps environ dans des espaces clos**
- **Un air intérieur jusqu'à 5 à 8 fois plus pollué que l'air extérieur**
  - A l'extérieur les pollutions sont diluées dans l'atmosphère, or dans les espaces intérieurs elles s'accumulent.
- **Un coût socio-économique important**
  - Evalué à 19,5 milliards d'euros chaque année en France, pour 6 polluants (*Etude exploratoire du coût socioéconomique des polluants de l'air intérieur, ANSES-OQA, 2014*).



# CONTEXTE

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## La QAI, un sujet majeur de santé publique



### Médianes des concentration en COV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

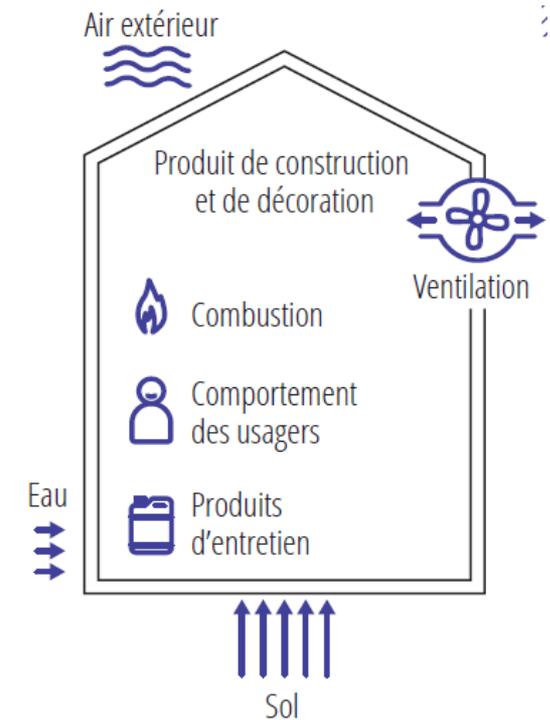
OQAI, Campagne nationale logements, 2003-2005

## Une origine multifactorielle

### La pollution de l'air intérieur : une origine multifactorielle

Des multiples facteurs influencent la qualité de l'air intérieur :

- sources de pollution externes au bâtiment (air, eau et sol) ;
- sources de pollution internes au bâtiment (produits de construction et de décoration, combustion, produits d'entretien, comportement de l'utilisateur...) ;
- renouvellement de l'air (aération, ventilation) ;
- conditions d'ambiance (température et humidité relative).





# LES POLLUANTS DE L'AIR INTÉRIEUR

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## La nature des polluants



chimique (composés organiques volatiles (COV), semi-volatiles (COSV)...);



physique (fibres, particules);



biologique (micro-organismes tels que les moisissures...).



# LES POLLUANTS DE L'AIR INTÉRIEUR

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Quelques exemples de polluants

**Les composés organiques volatils (COV)** sont souvent présents dans les produits de construction :

les formaldéhydes (panneaux de particules, agglomérés, mousses isolantes, colles, peintures, moquettes...),

les solvants organiques (peintures, lasures, vernis...),

les éthers de glycol (peintures à l'eau, vernis, colles...),

les hydrocarbures (peintures, vernis, colles, matières plastiques, isolants, moquettes...).

**Des pesticides (Insecticides, fongicides)** sont employés dans le traitement du bois, des produits bio-sourcés...

**Des particules et des fibres** peuvent être émises par les laines minérales, végétales ou animales utilisées en isolation, par les matériaux de couverture et de revêtement, les canalisations et conduites...

Source Ademe, *Choisir des matériaux pour construire et rénover*



# LES POLLUANTS DE L'AIR INTÉRIEUR

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Des effets sur la santé

- En fonction de leur nature, de leur concentration, de leurs interactions et de la sensibilité des individus, certains polluants peuvent avoir divers effets nocifs sur la santé.
- Les matériaux et produits de construction peuvent contenir de nombreuses substances toxiques, allergisantes, irritantes, voire cancérigènes et les émettre dans l'air des bâtiments pendant des années.
- Pour les polluants de l'air intérieur, l'inhalation est la voie d'exposition majeure et les pathologies du système respiratoire (rhinite, bronchite, asthme...) sont souvent rapportées dans les études sanitaires.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Zoom sur le développement fongique

- Des études de terrain sur les bâtiments performants ont montré que près d'un bâtiment sur deux pourrait présenter un développement fongique actif non visible (OQAI, programme BPE).
- En plus d'affecter la durabilité d'un ouvrage, les moisissures peuvent présenter aussi des effets sur la santé respiratoire, notamment pour les populations sensibles (enfants, personnes âgées, malades)...



Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Zoom sur le développement fongique

### 3 conditions favorisent le développement fongique :



présence de nutriments (cellulose, matériaux biosourcés, carton de la plaque de plâtre, kraft des isolants...);



taux d'humidité de l'air élevé pouvant entraîner des condensations de surface ou dans les matériaux ;



températures douces (entre 5 et 25°C).

### Les sources d'humidité à l'intérieur des bâtiments sont nombreuses :

- produits de construction avec ajout d'eau lors de la fabrication ou sur le chantier ;
- absence de protection des produits de construction lors du transport, stockage et mise en œuvre ;
- infiltrations accidentelles d'eau ;
- condensations d'eau dans les parois : mauvaise prise en compte de la migration de vapeur d'eau, présence de ponts thermiques ou discontinuités du plan d'étanchéité à l'air.



# CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## **PNSE : une prise en compte progressive de la QAI dans le secteur du bâtiment par l'évolution de la législation**

### **▪ Interdiction des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques**

- Arrêté du 30 avril 2009 (mise sur le marché des produits de construction contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2)
- Emissions < 1 µg/m<sup>3</sup> pour : trichloréthylène, benzène, phtalate de bis, phtalate de dibutyle

### **▪ Etiquetage des produits de construction et de décoration sur leur niveau d'émission de polluants volatiles**

- Décret n°2011-321 du 23 mars 2011
- 4 classes d'émission, de A+ à C
- 10 polluants visés + COVT
- Auto-déclaratif





# CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## **PNSE : une prise en compte progressive de la QAI dans le secteur du bâtiment par l'évolution de la législation**

### **▪ Surveillance de la QAI dans certains ERP**

- Décret n°2015-1000 du 17 août 2015 relatif aux modalités de surveillance de la QAI
- Décret n°2015-1926 du 30 décembre 2015 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et de mesure des polluants
- Concernent la surveillance régulière de la QAI par les propriétaires avec :
  - ✓ l'évaluation des moyens d'aération ;
  - ✓ la mesure de 3 substances (benzène, formaldéhyde et CO<sub>2</sub>) tous les 7 ans ou la mise en place d'une autoévaluation de la QAI et la mise en place d'un programme d'actions favorisant la QAI.
- Applicables aux bâtiments recevant la petite enfance dès le 1er janvier 2018 (accueil d'enfants de moins de 6 ans, écoles maternelles et élémentaires) et au 1<sup>er</sup> janvier 2020 pour les collèges et lycées.



# CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## PNSE : une prise en compte progressive de la QAI dans le secteur du bâtiment par l'évolution de la législation



Source : <https://www.engie-cofely.fr/solutions-innovantes-engie-cofely/confort-des-occupants/surveillance-qai-erp/>



# INTERACTIONS ENTRE LA QAI ET LE BÂTIMENT

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Environnement extérieur

- Pollution(s) extérieure(s)

## Matériaux de construction

- Matériaux de construction et de finition

## Performance de l'enveloppe

- Thermique
- Perméabilité à l'air et à la vapeur d'eau

## Systèmes et équipements

- Ventilation et puits climatique
- Chauffage et refroidissement

## Aspects organisationnels

- Enchaînement des tâches

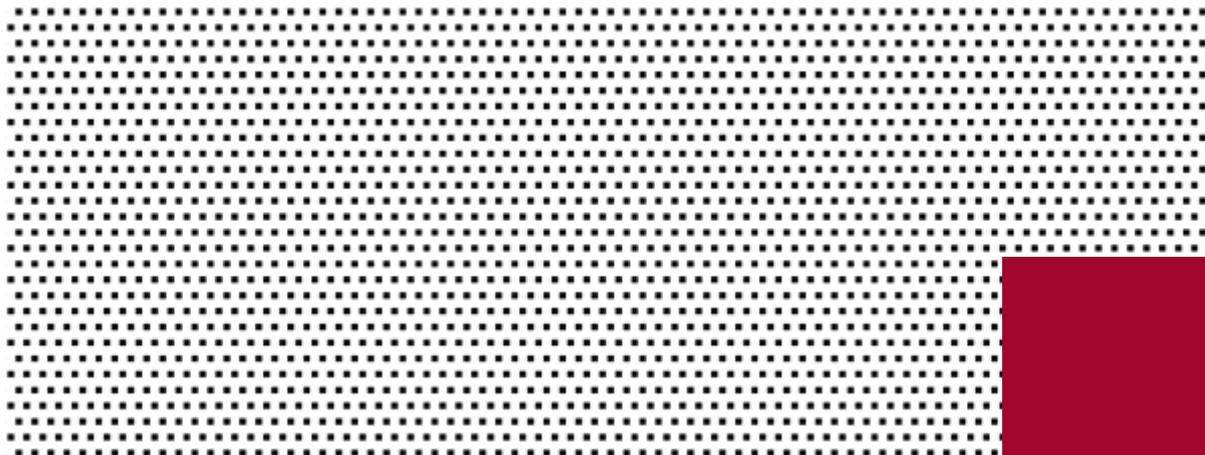
## Comportement de l'utilisateur

- Pollution
- Interaction avec les équipements



**Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction**

# LE DISPOSITIF REX BP : FOCUS SUR LA QAI

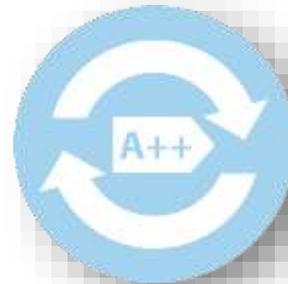




# DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Anticipation de la Règlementation Thermique 2012



**Etude qualitative de terrain** visant à éviter l'apparition  
d'une **nouvelle génération de désordres** liés à la performance  
thermique et environnementale

*Améliorer la qualité des constructions performantes, faire progresser  
les filières et adapter les Règles de l'art*

**« Partager ses erreurs et apprendre de l'expérience des  
autres »**



# MÉTHODOLOGIE DU DISPOSITIF REX BP

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction



Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Stockage de matériaux en phase chantier



Absence de protection des isolants et des produits biosourcés  
Mise en œuvre de matériaux humides

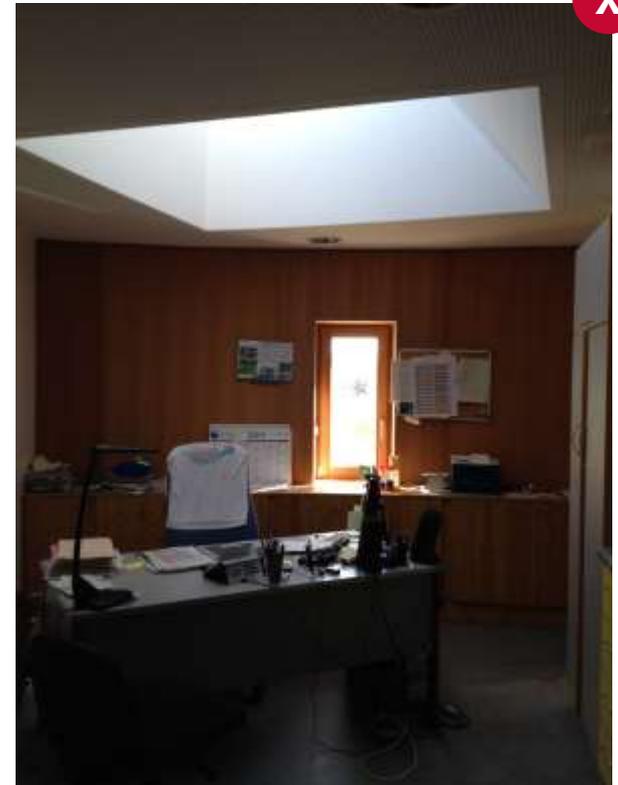


# MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Traitement et émissivité

Forte émissivité de revêtements en bois traité ou de certains de ses dérivés plusieurs années après leur pose.





# MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Traitement et émissivité

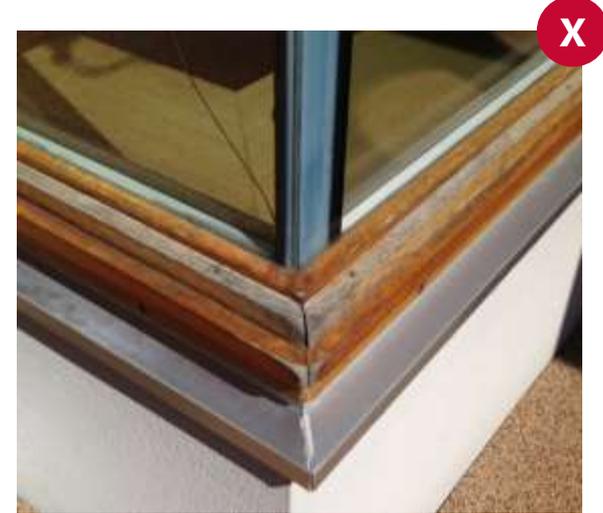
Défaut de traitement des éléments  
préfabriqués ajustés sur le chantier.

Absence de traitement de certains  
bois importés en France d'Allemagne  
ou d'Autriche.



Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Evolution des formulations



Produits de finition faiblement émissifs présentant des problèmes de tenue dans le temps ou de recouvrement des supports.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Ponts thermiques



Ponts thermiques générés par des isolants non jointifs pouvant engendrer des condensations, de décollements ou de moisissures.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Défauts d'étanchéité à l'air



Défauts d'étanchéité à l'air dans la construction générant des fuites parasites et des points fragiles, pouvant engendrer des condensations, des décollements ou des moisissures.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Remontées capillaires

## Migration de la vapeur d'eau dans les parois



Apparition de moisissures suite à l'isolation de vieux murs.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Interaction entre les remontées capillaires et le système de ventilation



Apparition de moisissures dans une cave privée de ventilation après rénovation.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Conception et choix du système



Réseau aéraulique complexe découlant d'un mauvais choix du système de ventilation.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Conception et dimensionnement



Manque de réflexion sur le positionnement, dimension et répartition des entrées d'air pouvant engendrer de l'inconfort pour l'utilisateur

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Conception et accessibilité



Composants du système de ventilation difficiles d'accès (groupe de ventilation, bouches d'insufflation, bouches d'extraction, filtres...)



# SYSTÈME DE VENTILATION

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

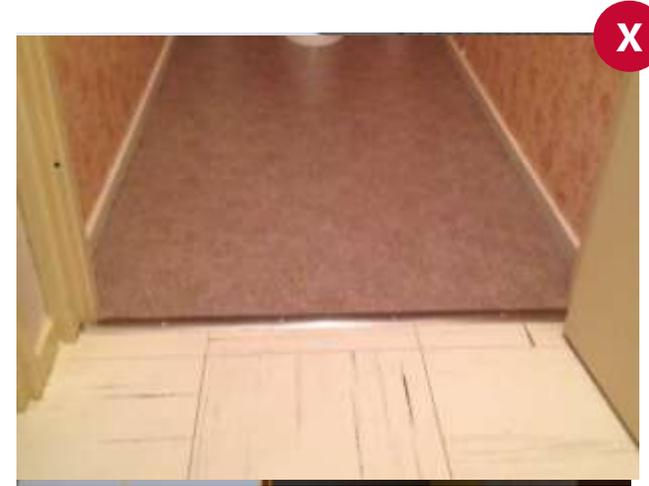
## Modulation non adaptée

Manque de réflexion sur le positionnement, d Asservissement de la ventilation à des détecteurs de présence non adaptés à des salles à occupation intermittente, en raison de la concentration de polluants.



Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

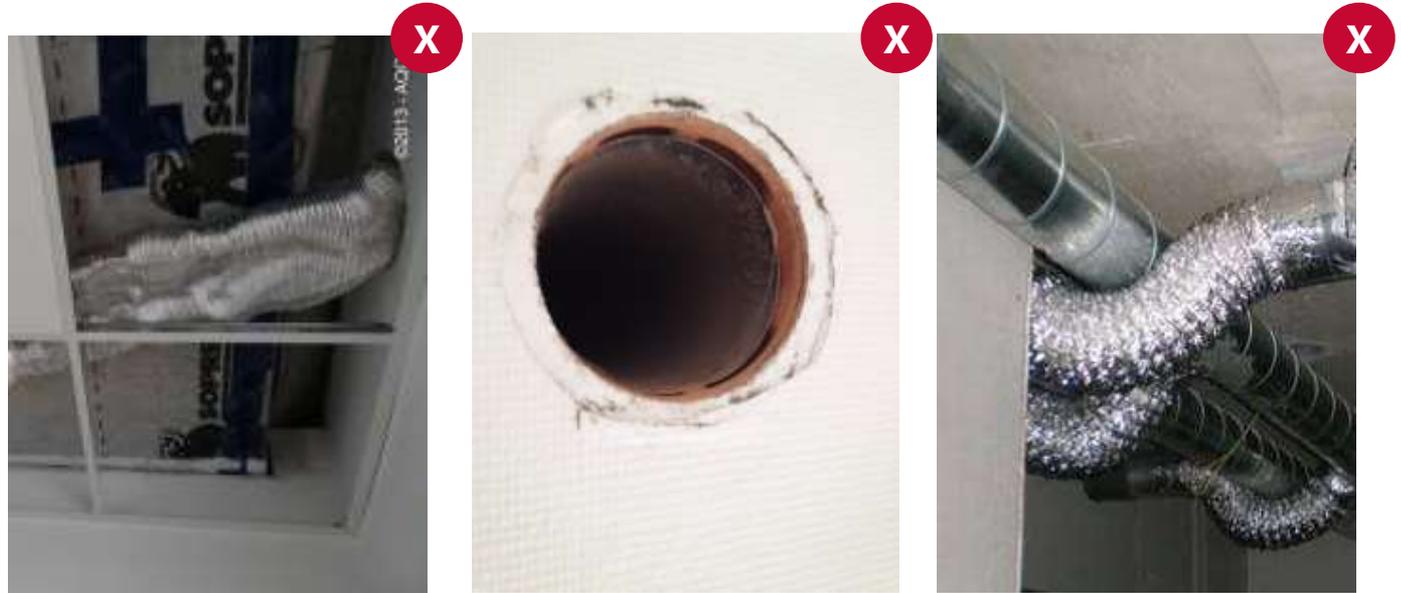
## Détalonnage



Absence de détailonnage des portes dans les pièces sèches et dans les pièces humides.

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Mise en œuvre



Défauts de mise en œuvre du système de ventilation (défauts d'étanchéité, écrasements, points bas...)

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

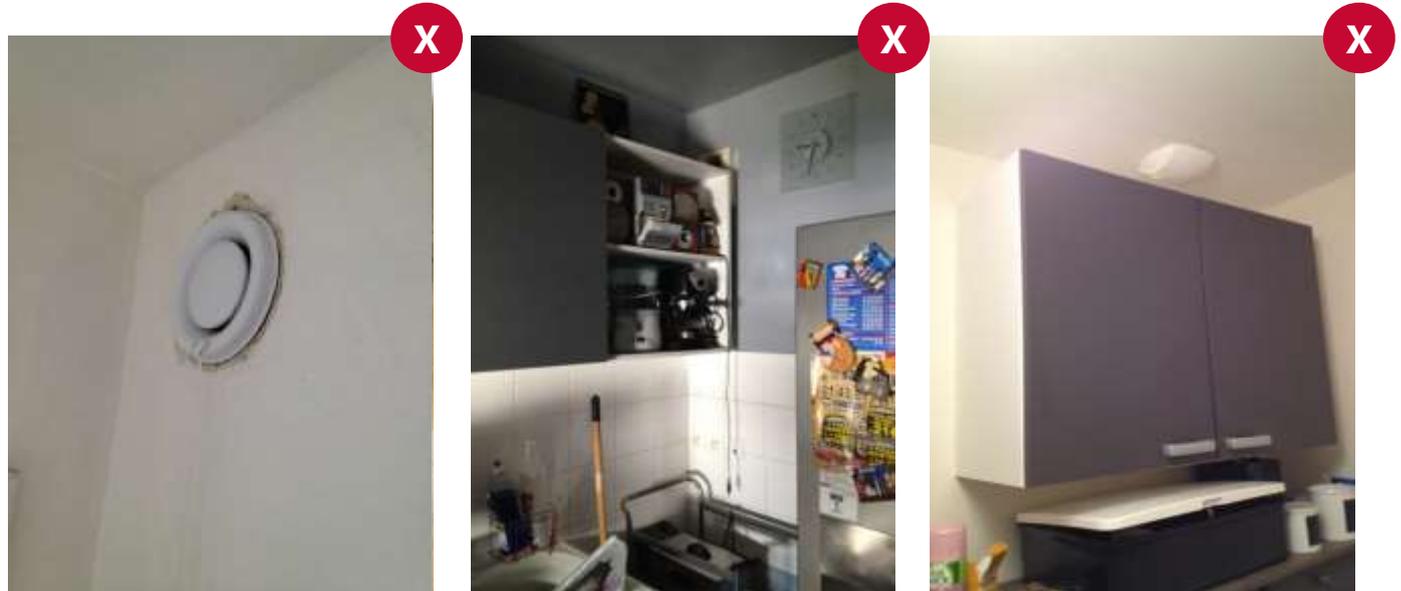
## Absence d'entretien



Absence de contrat d'entretien  
Composants du système de ventilation difficiles d'accès

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Intervention directe ou indirecte de l'occupant



Aménagement des pièces pouvant perturber le fonctionnement du système de ventilation

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Phasage et ordonnancement des tâches en phase chantier

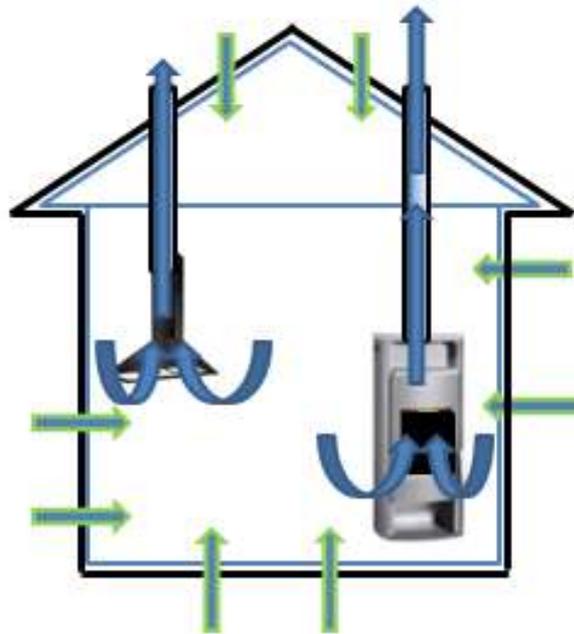


Apparition de condensations et de moisissures suite à l'absence /défaut de fonctionnement de système de ventilation

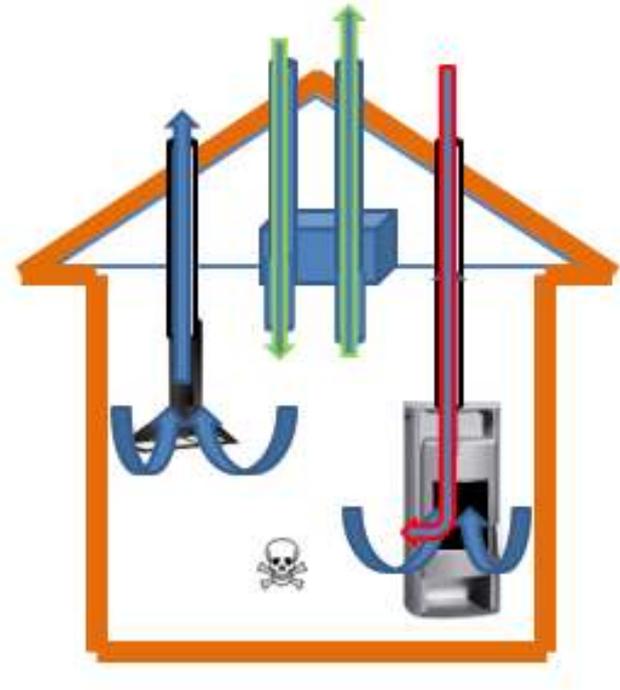
Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Appareils à combustion non étanches

Avant rénovation

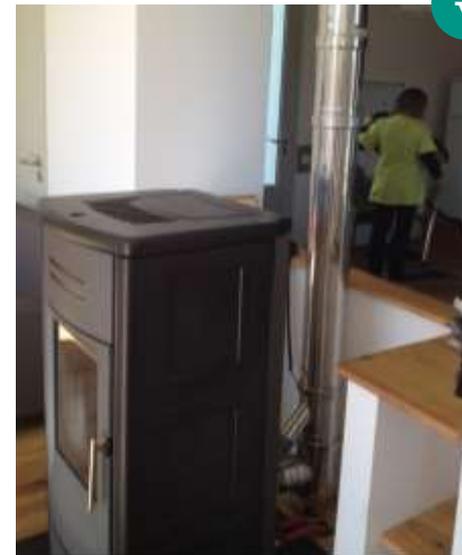


Après rénovation



Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Appareils à combustion non étanches



Non compatibles avec une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe :  
Mauvaise combustion et risque de refoulement des fumées de  
combustion



# EN CONCLUSION

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

- Les **points de vigilance** concernent 3 facteurs principalement :
  - ✓ Les **matériaux** de construction
  - ✓ Le **système de ventilation**
  - ✓ Les **interactions** et les **interfaces** entre performances, systèmes et acteurs
- La recherche de la **performance sanitaire** peut engendrer des **inconforts**, voire des **contre-performances** :
  - ✓ Cas des **débits de ventilation supérieurs à ceux réglementaires**
- Il faut **privilégier** des **réflexions systémiques** :
  - ✓ Permettant d'**assurer** leurs **différentes performances** (thermique, environnementale, sanitaire) et de **maitriser leurs interactions**



# EN CONCLUSION

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

**Pour garantir une bonne QAI, il existe deux principaux leviers :**

- la réduction des polluants à la source (choix de produits peu émissifs) ;
- la dilution et l'évacuation des polluants présents dans l'air par un renouvellement adéquat de l'air (aération, ventilation).

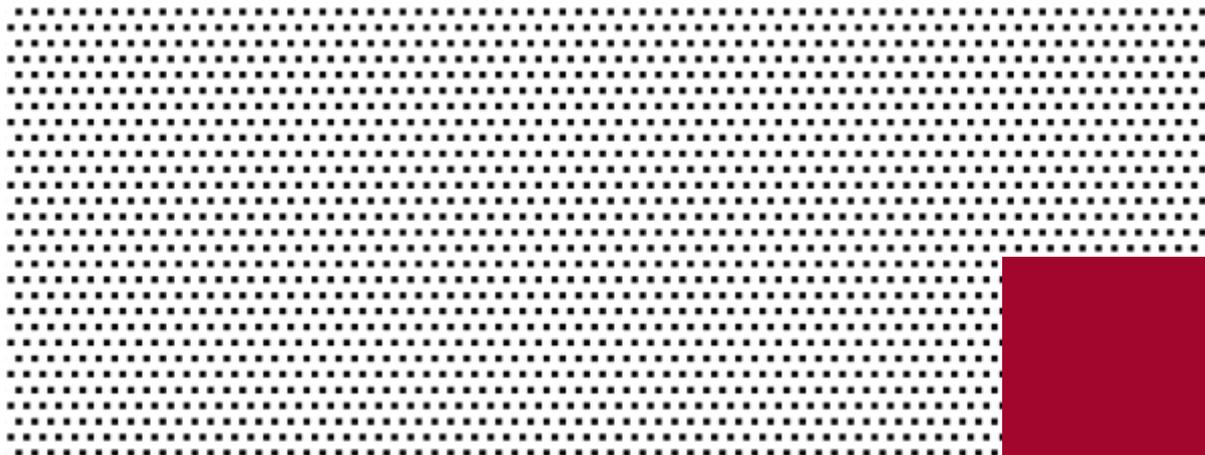
## Dès la programmation

La prise en compte de la QAI relève souvent de gestes simples qui peuvent demander une évolution des pratiques habituelles ; elle doit être intégrée dès la programmation du projet et à toutes les phases de celui-ci.



**Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction**

# POUR ALLER PLUS LOIN





# LES RESSOURCES DE L'AQC

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## La plaquette

### *Qualité de l'air intérieur, bonnes pratiques dès la conception*

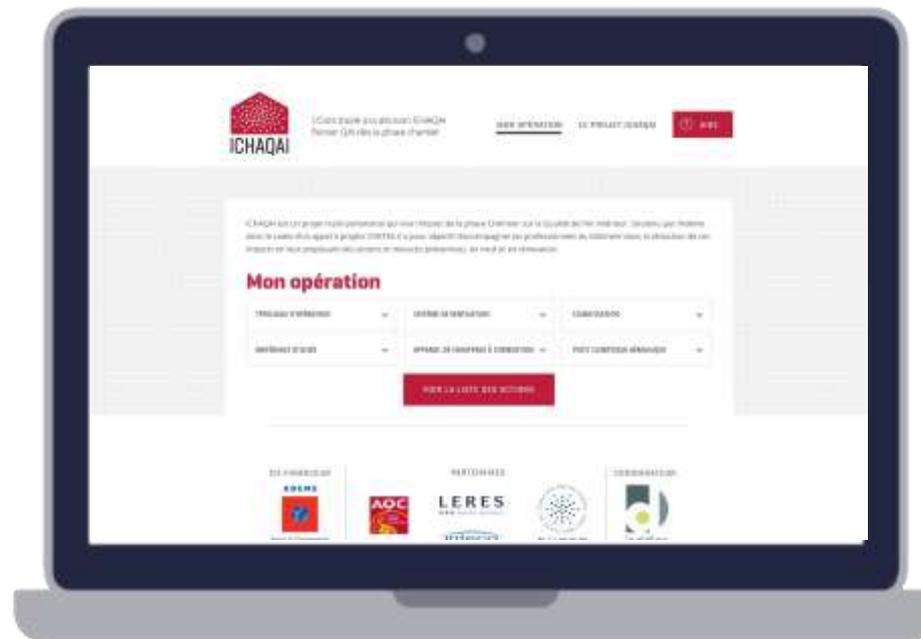




# LES RESSOURCES DE L'AQC

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Les livrables du projet ICHAQAI *Impact du Chantier sur la Qualité de l'Air Intérieur*



### Outil d'aide à la décision ICHAQAI



# LES RESSOURCES AOC

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Collection « 12 enseignements à connaître »





# LES RESSOURCES DE L'AQC

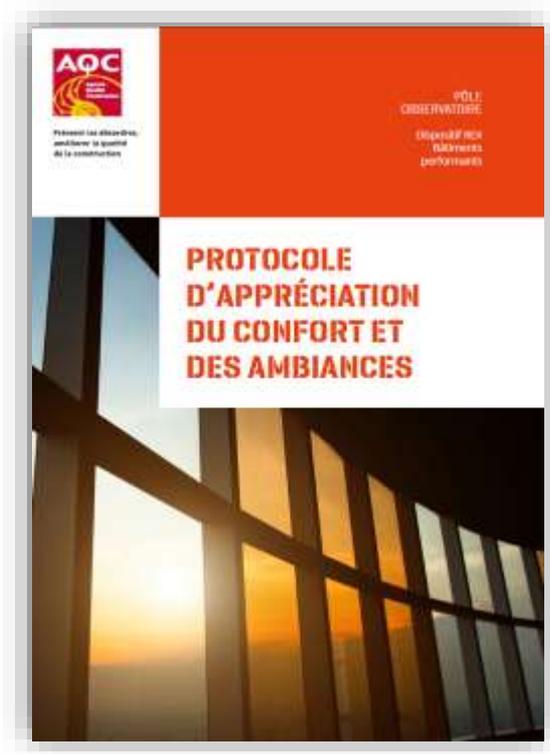
Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Le protocole d'appréciation des ambiances

Corréler les constats de qualités et de non qualité avec la mesure :

- **QAI,**
  - Ventilation, CO, CO<sup>2</sup>, radon
- **Confort visuel,**
- **Confort hygrothermique,**
- **Confort acoustique**

Disponible 2ème trimestre 2019





# LES RESSOURCES AOC

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

## Mallette pédagogique REX Bâtiments performants

The screenshot shows the homepage of the 'Mallette pédagogique REX Bâtiments performants' website. At the top left is the AOC logo and a 'DÉPÔT REX BP' icon. The main title 'MALLETE PÉDAGOGIQUE REX BÂTIMENTS PERFORMANTS' is centered at the top. To the right is a search bar with the text 'Rechercher' and a magnifying glass icon. The main content area is divided into several sections: a central circular image of a house with solar panels; a left sidebar with buttons for 'PAROIS OPAQUES', 'PAROIS VITRÉES', 'CHAUFFAGE', and 'ECS'; a right sidebar with buttons for 'VENTILATION', 'PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ', 'PILOTAGE', and 'ASPECTS ORGANISATIONNELS'; and a bottom center button for 'RÈGLEMENTATIONS' with a magnifying glass icon over a book.

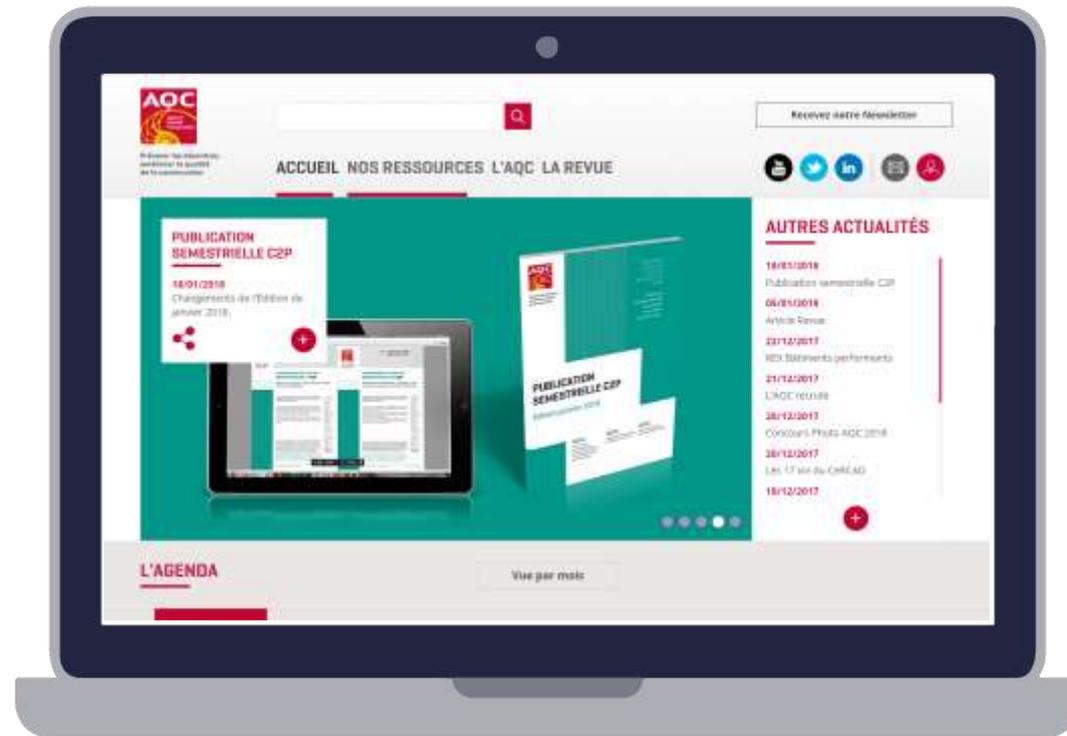
<http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr>



# LES RESSOURCES AQC

Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction

Site internet [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)





**Prévenir les désordres  
améliorer la qualité  
de la construction**

MERCI DE VOTRE ATTENTION

[m.sanchez@qualiteconstruction.com](mailto:m.sanchez@qualiteconstruction.com)

29 rue de Miromesnil  
75008 Paris

T 01 44 51 03 51  
F 01 47 42 81 71

[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
Association loi 1901

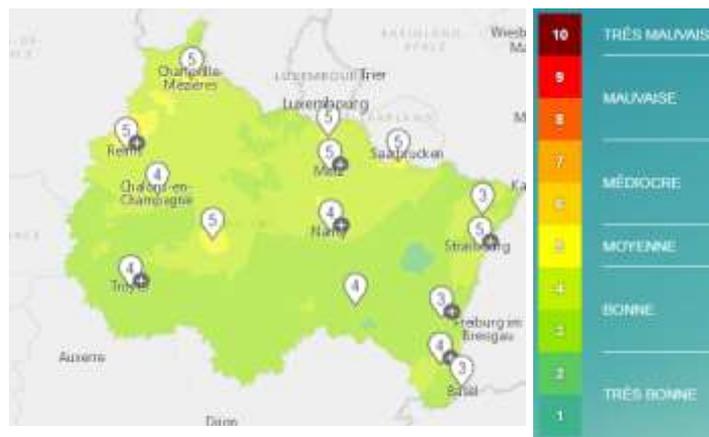


# Impact de l'air extérieur sur la qualité de l'air intérieur

Conférence Qualité de l'Air Intérieur– Cernay – 26/03/2019 – JENNESON Bérénice

REF1 : COM-FE-002\_1

# Structure et missions de ATMO GRAND EST



Administrée par 4 collèges :

- ✓ ETAT
- ✓ COLLECTIVITES
- ✓ EMETTEURS
- ✓ ASSOCIATIONS ET PERSONNALITES QUALIFIEES



# Pollution atmosphérique : définition

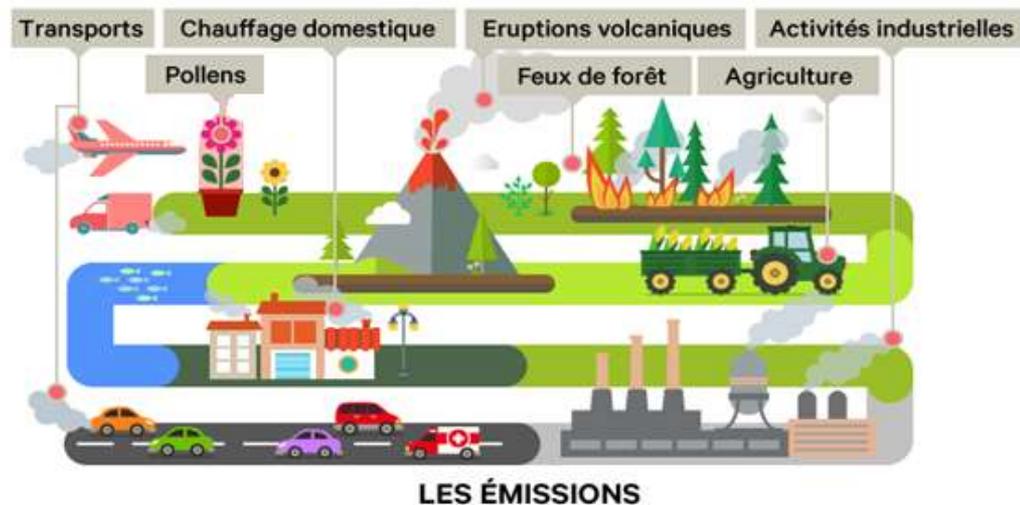
## Sources d'émissions de polluants

### Les sources anthropiques

- Transport (routier, aérien, maritime, ...)
- Industrie (centrales électriques, incinérateurs, sidérurgie, ...)
- Agriculture (engrais, élevage, ...)
- Secteur résidentiel (chauffage, produits sanitaires, ...)

### Les sources naturelles

- Végétation
- Sols (érosion éolienne)
- Volcans, foudre, feux de forêt
- Océans



CRÉDITS : ELSA DICHARRY / GENEVIÈVE THIBAUD / MICHAËL MASTRANGELÒ

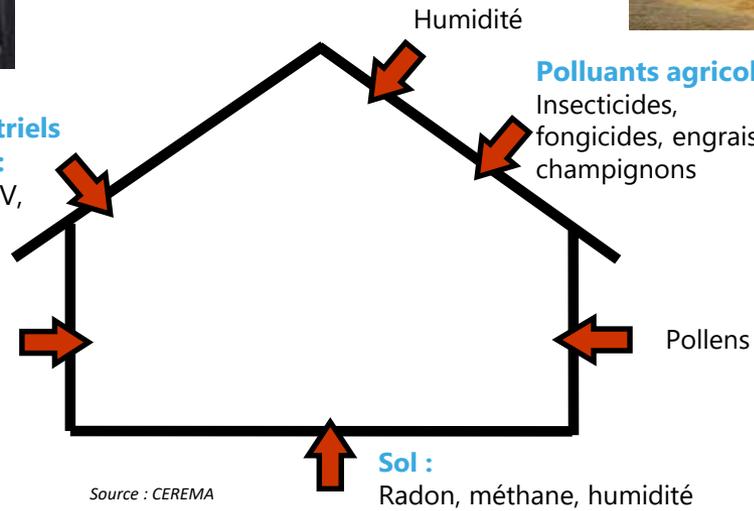
« LES ÉCHOS » / SOURCE : MEDDE



**Polluants industriels et automobiles :**  
NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Pb, COV,  
CO, CO<sub>2</sub>  
particules, fibres



**Polluants agricoles :**  
Insecticides,  
fongicides, engrais,  
champignons



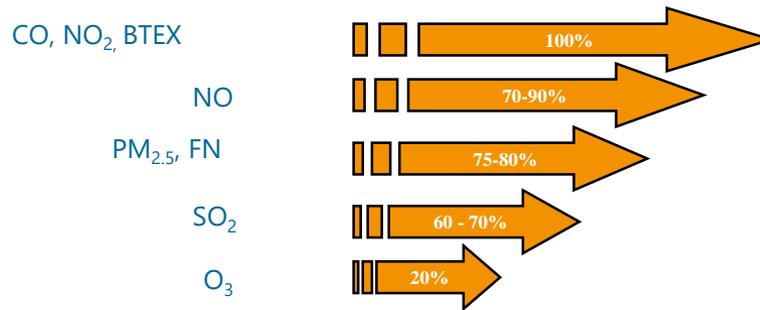
# Transfert de l'air extérieur vers le bâtiment



La distance d'impact d'un axe varie en fonction du polluant

# Transfert de l'air extérieur vers le bâtiment

## L'air extérieur



**Forte dépendance** entre teneurs **ext. et int.**

**Abattement** des concentrations intérieures

(Etude CSTB, LHVP, ADEME, 2001)



Pas de protection de ce logement  
contre toute la pollution atmosphérique

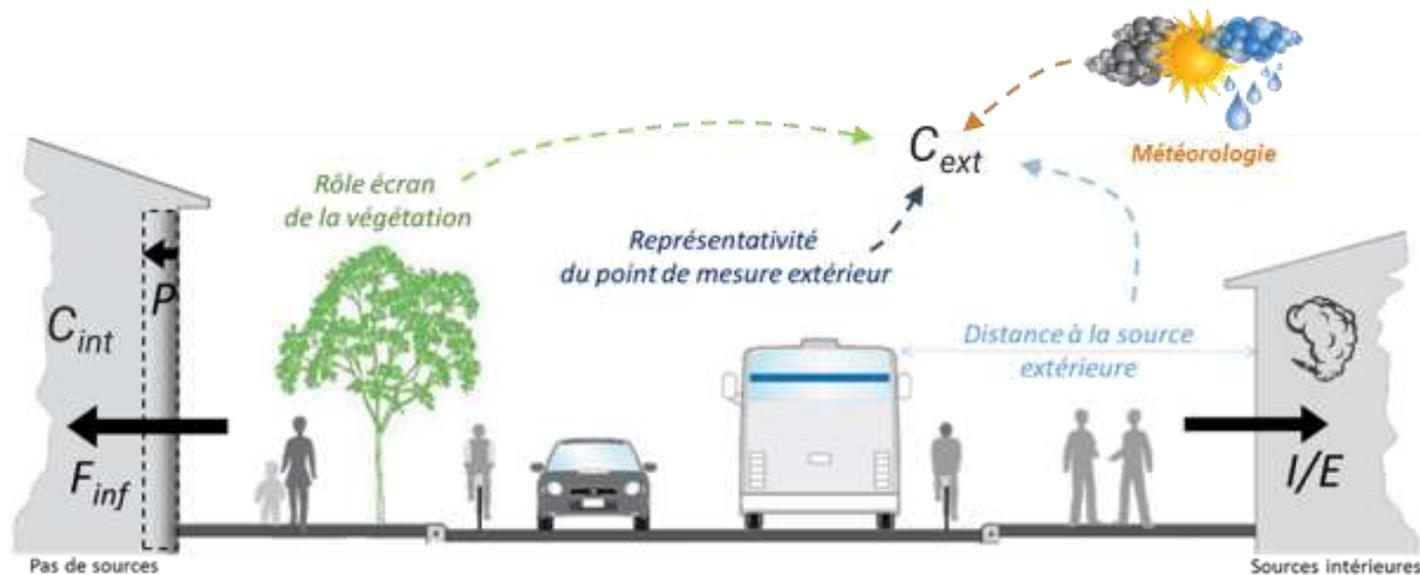
Le polluant gazeux et/ou particulaire peut être transporté par l'air échangé entre l'intérieur et l'extérieur selon trois possibilités :

- ✓ Infiltration à travers les fissures de l'enveloppe du bâtiment ou au niveau de l'encadrement des portes et fenêtres ;
- ✓ Ouverture des portes et fenêtres ;
- ✓ Réseau de ventilation et bouches d'entrée d'air

Le polluant peut être transporté par les occupants et les animaux, qui se déplacent entre l'intérieur et l'extérieur.

Le polluant peut être transféré vers le sol ou être déjà présent dans le sol avant d'intégrer l'intérieur du bâtiment.

# Transfert de l'air extérieur vers le bâtiment



$P$  : Facteur de pénétration ou efficacité de transfert : taux de pénétration d'un agent extérieur à travers l'interface intérieur/extérieur d'un bâtiment

$F_{inf}$  : Facteur d'infiltration : fraction de la concentration extérieure d'un polluant qui a pénétré à l'intérieur

$I/E$  : ratio de concentration intérieur/extérieur =  $F_{inf}$  + contributions intérieures

## Facteurs affectant le transfert extérieur/intérieur

### Phénomènes extérieurs au bâtiment

- La concentration extérieure de polluant
- Les conditions météorologiques : augmentation ratio I/E
- La végétation urbaine : rôle de barrière filtrante
- La distance à la source : un appartement proche de la route et sous le vent sera plus impacté

### Paramètres associés au bâtiment

Le type de bâtiment : école, habitation, bureaux...

Le type de construction : isolation...

Caractéristiques de l'enveloppe

Étanchéité à l'air de l'enveloppe

La prise d'air neuf

La présence d'une cheminée ou autres conduits

Le type de ventilation

La filtration de l'air

Le taux de renouvellement de l'air (ouverture des fenêtres)

# Transfert de l'air extérieur vers le bâtiment



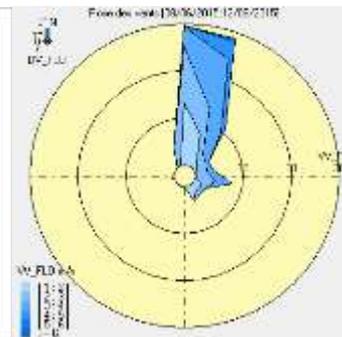
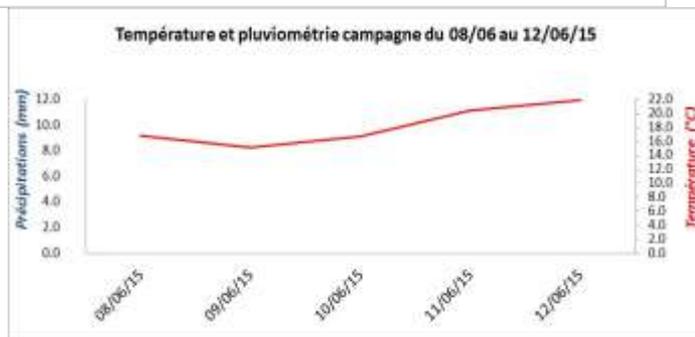
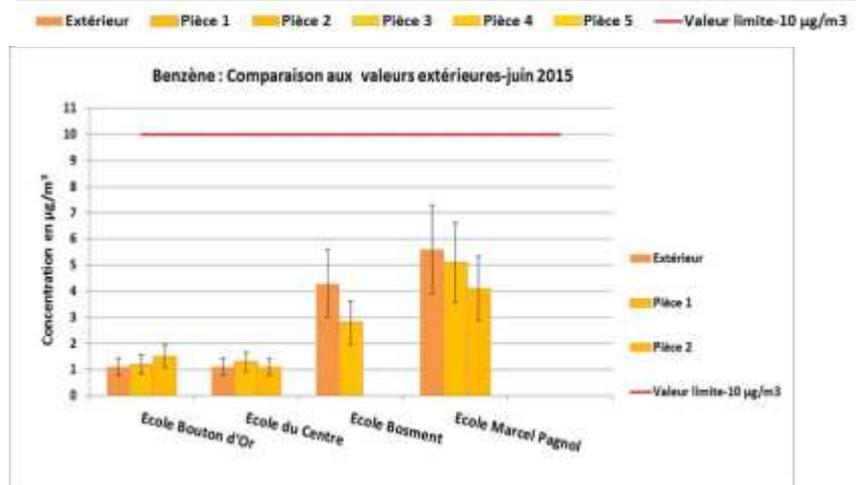
Ecole A	1,2 km
Ecole B	1,6 km
Ecole C	1,1 km
Ecole D	0,9 km

20 campagnes 3 à 4 fois par an de juin 2013 à 2019.

Ratio I/E compris entre 0,9 et 1 (1,26 écoles françaises)

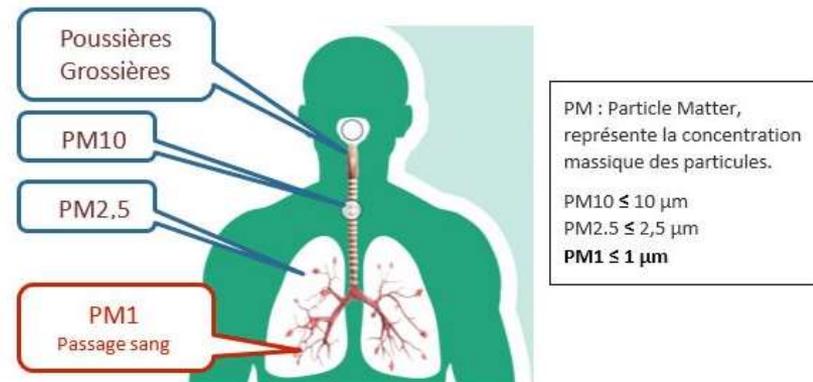
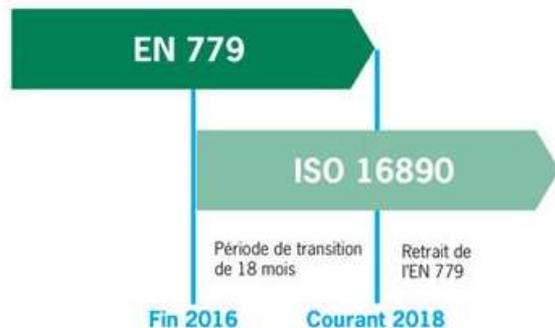


# Transfert de l'air extérieur vers le bâtiment



# Nouvelle norme de filtration NF EN ISO 16890

- ✓ Publiée en mai 2017, remplace la norme de filtration NF EN 779 depuis le 1<sup>er</sup> juin 2018 → norme internationale
- ✓ Application : chauffage, ventilation et conditionnement d'air des bâtiments
- ✓ Une nouvelle façon de mesurer : Définition de PM (PARTICULATE MATTER) : PM<sub>x</sub> : ensemble des particules de diamètre aérodynamique inférieur à x µm mesurées avec un appareil qui présente une efficacité d'échantillonnage égale à 50 % à x µm



ePM<sub>x</sub> : Efficacité du filtre prenant en compte les particules de diamètre optique compris entre 0,3 µm et x µm

Pour être classé :

- ✓ L'efficacité initiale  $E_{ini}$  est mesurée et permet de déterminer la classe : celle pour laquelle l'efficacité initiale est **> à 50%**. Ce peut être ePM<sub>1</sub>, ePM<sub>2,5</sub>, ePM<sub>10</sub> ou grossier.
- ✓ Puis l'efficacité du filtre conditionné  $E_{min}$  est mesurée, et le coefficient E est la moyenne de  $E_{ini}$  et  $E_{min}$  arrondie au multiple de 5 inférieur.

$$E = (E \text{ initiale} + E \text{ déchargée}) / 2$$

→ Par exemple « filtre 75% ePM<sub>1</sub> », « filtre 50 % ePM<sub>2,5</sub> », « filtre 80% ePM<sub>10</sub> », etc...

## Pas de correspondance exacte entre l'ancien et le nouveau système ...

→ Autres différences dans les mesures :

- ✓ Les aérosols d'essais ont des distributions granulométriques de référence représentatives de milieux urbains ou ruraux.
- ✓ Les PM pris en compte commencent à 0,3  $\mu\text{m}$  contre 0,4  $\mu\text{m}$  avant.
- ✓ La poussière d'encrassement est différente, etc.

→ Les méthodes de mesures et de classification étant différentes, il n'y a pas de correspondance exacte entre l'ancien et le nouveau système. Mais des tableaux donnent une approche.

EN 779 - 2012	EN ISO 16890			
	ISO ePM1	ISO ePM2,5	ISO ePM10	ISO Grossier
G2				50-60%
G3				50 - 70%
G4				60 -80%
M5			50-70%	
M6			60 - 80%	
F7	50 -65 %	65 - 75%	80 - 90 %	
F8	65 - 90%	75 - 95%	90-100%	
F9	80 - 90%	85 - 95%	90-100%	

Source : Uniclimate : Les rendez-vous Uniclimate

## Recommandations pour le choix de la filtration en fonction des catégories ODA (Outdoor Air et Supply Air)

### Prises en compte valeurs de l'OMS

Category	Description	Typical environment
ODA 1	<p><b>Outdoor air, which may be only temporarily dusty</b></p> <p>Applies where the World Health Organisation WHO (2005) guidelines are fulfilled (annual mean <math>PM_{10} \leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> and <math>PM_{2.5} \leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>	
ODA 2	<p><b>Outdoor air with high concentrations of particulate matter.</b></p> <p>Applies where PM concentrations exceed the WHO guidelines by a factor of up to 1,5 (annual mean <math>PM_{10} \leq 15 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> and <math>PM_{2.5} \leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>	
ODA 3	<p><b>Outdoor air with very high concentrations of particulate matter.</b></p> <p>Applies where PM concentrations exceed the WHO guidelines by a factor of greater than 1,5 (annual mean <math>PM_{10} &gt; 15 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> and <math>PM_{2.5} &gt; 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>	

Source : Uniclina : Les rendez-vous Uniclina

SUP 1		
SUP 2	<p><b>Rooms for permanent occupation.</b></p> <p>Examples: Kindergartens, offices, hotels, residential buildings, meeting rooms, exhibition halls, conference halls, theaters, cinemas, concert halls.</p>	
SUP 3	<p><b>Rooms with temporary occupation.</b></p> <p>Examples: Storage, shopping centers, washing rooms, server rooms, copier rooms.</p>	
SUP 4	<p><b>Rooms with short-term occupation.</b></p> <p>Examples: restrooms, storage rooms, stairways.</p>	
SUP 5	<p><b>Rooms without occupation.</b></p> <p>Examples: Garbage room, data centers, underground car parks.</p>	

# Nouvelle norme de filtration NF EN ISO 16890

OUTDOOR AIR			SUPPLY AIR				
			SUP 1* PM2.5 ≤ 2.5 PM10 ≤ 5	SUP2* PM2.5 ≤ 5 PM10 ≤ 10	SUP3** PM2.5 ≤ 7.5 PM10 ≤ 15	SUP4 PM2.5 ≤ 10 PM10 ≤ 20	SUP5 PM2.5 ≤ 15 PM10 ≤ 30
Category	PM2.5	PM10	ePM1	ePM1	ePM2.5	ePM10	ePM10
ODA 1	≤ 10	≤ 20	70%	50%	40%	50%	50%
ODA 2	≤ 15	≤ 30	80%	70%	70%	80%	50%
ODA 3	> 15	> 30	90%	80%	80%	90%	80%

Source : Uniclimate : Les rendez-vous Uniclimate

Par exemple, air très pollué avec moyenne annuelle PM2,5 > 15 µg/m<sup>3</sup> et PM10 > 30 µg/m<sup>3</sup> dans une pièce occupée de façon permanente (SUP 2) → 80 % ePM1

**A votre disposition pour répondre à vos questions**

