



***La qualité de l'air intérieur dans  
les bâtiments :  
De quoi parle-t-on ?***

**Quimper Cornouaille Développement**

*Mercredi 7 juin 2017*

**Karine LE MEHAUTE - REY**



- **Présentation d'Air Breizh**

- **La QAI , de quoi parle-t-on ?**

- Les polluants de l'air intérieur
- Les valeurs seuils et effets sanitaires
- Facteurs d'influence et sources d'émissions

- **Retour d'expérience : *investigation dans une école maternelle***

- Métrologie et prélèvements réalisés
- Résultats et conclusions
- Recherche de sources et identification

- **Quelles solutions, quelles précautions ?**

- L'importance du renouvellement d'air : influence sur les concentrations intérieures
- Les bonnes pratiques : ventilation, aération, choix des matériaux, des produits



# Présentation d'Air Breizh



# Présentation d'Air Breizh

## ■ Membre de la fédération ATMO France



ATMO France: le réseau des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)  
Source : www.atmo-france.org



Fédération des  
Associations Agréées  
de Surveillance de la  
Qualité de l'Air

## ■ Nos missions :

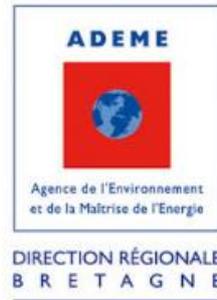
- ✓ **Surveiller les polluants** urbains nocifs,
- ✓ **Vérifier la conformité** des résultats vis-à-vis de la réglementation,
- ✓ **Prévoir et Informer** les services de l'Etat, les élus, les industriels et le public, notamment en cas de pic de pollution,
- ✓ **Etudier** l'évolution des concentrations et les problématiques locales,
- ✓ **Apporter une expertise** sur des problèmes de pollutions spécifiques

**13 AASQA en France métropolitaine,  
6 dans les DOM-TOM.**



# Quatre collèges représentés au conseil d'administration

- *Etat :*



- *Collectivités :*



- *Industriels (TGAP):*

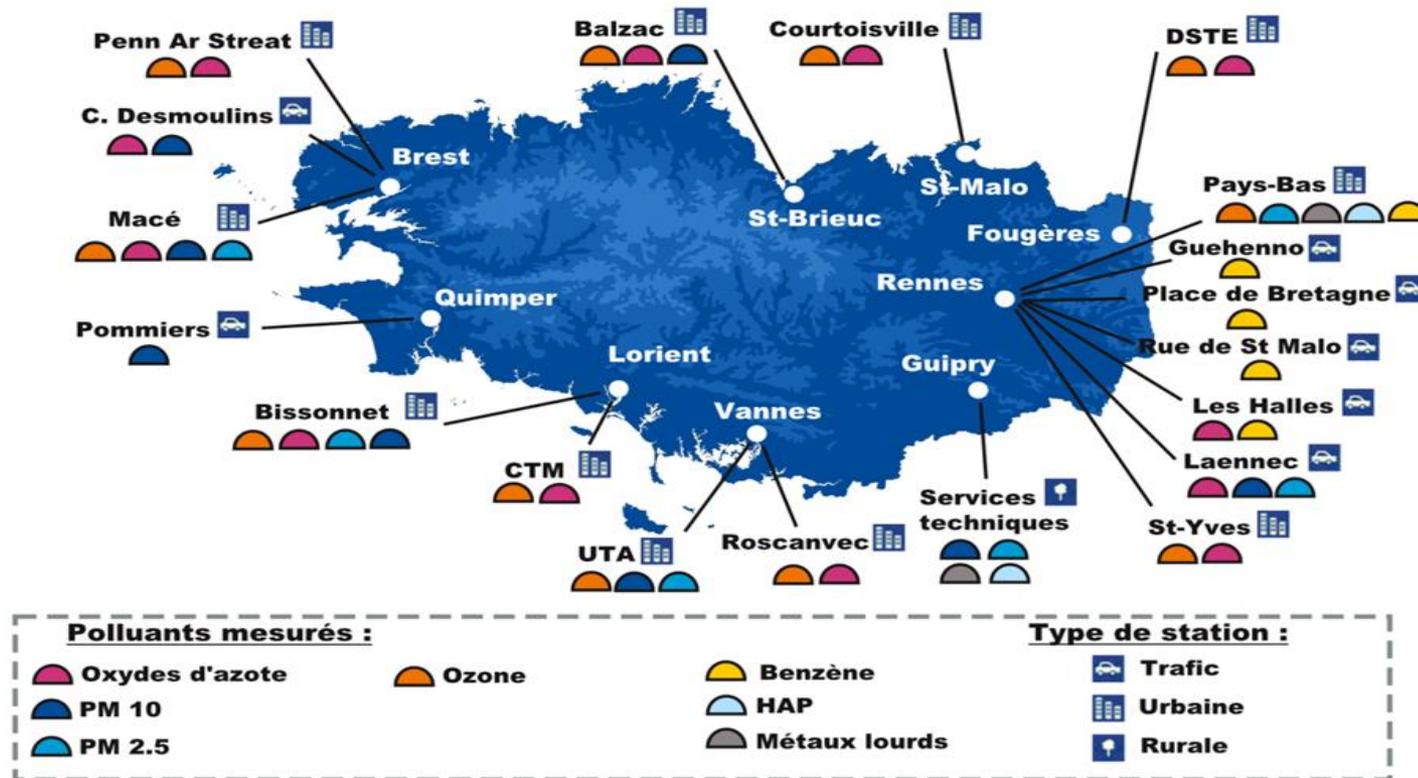


- *Personnes qualifiées :*



# Le réseau de surveillance de la qualité de l'air

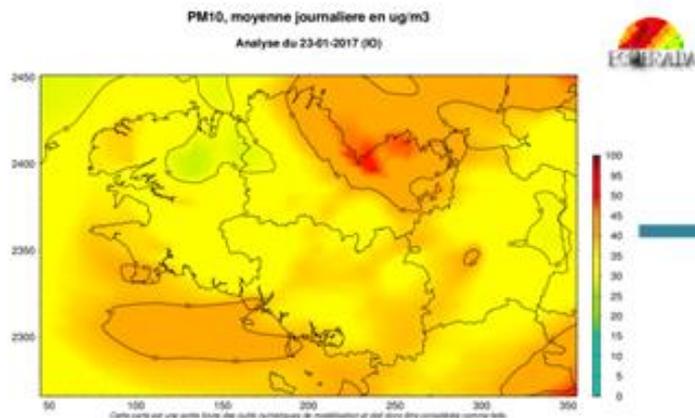
## 19 Stations de mesures réparties sur la Bretagne



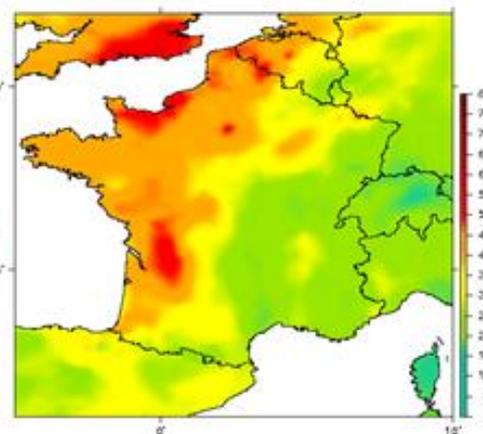
➤ 4 polluants réglementés : SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et PM10.

# Le système de prévision

Plateforme de modélisation régionale Esmeralda

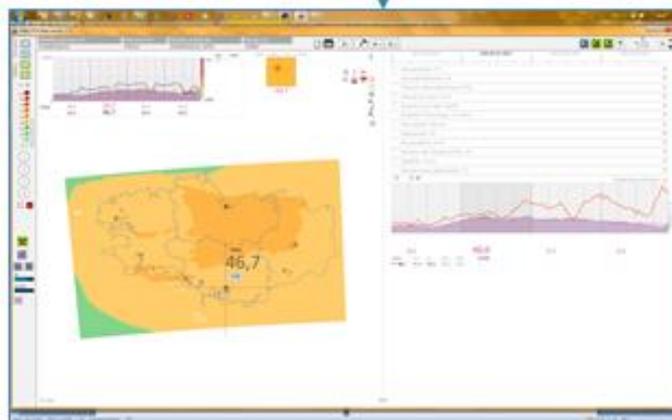


Plateforme de modélisation régionale Prev'air



L'outil CMM

Cet outil permet de mettre en corrélation les données aux stations d'Air Breizh, les deux modèles régionaux de modélisation de la qualité de l'air créé à partir de l'inventaire des émissions (cf ci-dessous) et les données de météo-France.



Les données météorologiques à

considérer sont :

La pluviométrie

La température

La pression atmosphérique

La vitesse et la direction du vent

La hauteur de couche limite

...

*La Qualité de l'air intérieur, de quoi  
parle-t-on ?*

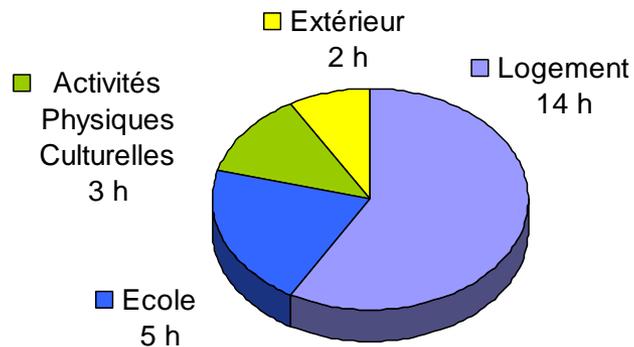


# A l'intérieur :

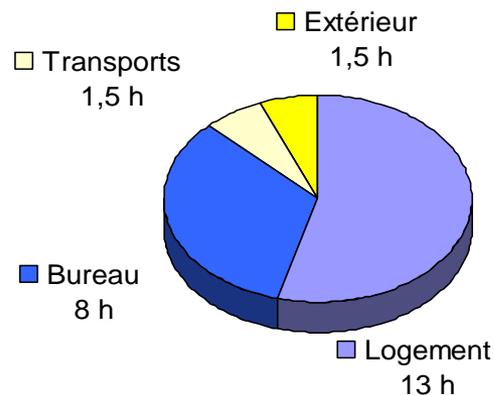
- **Contexte**

- 90% du temps passé dans des lieux clos (logement, école, bureau, transports...)

**Journée "type" d'un enfant**

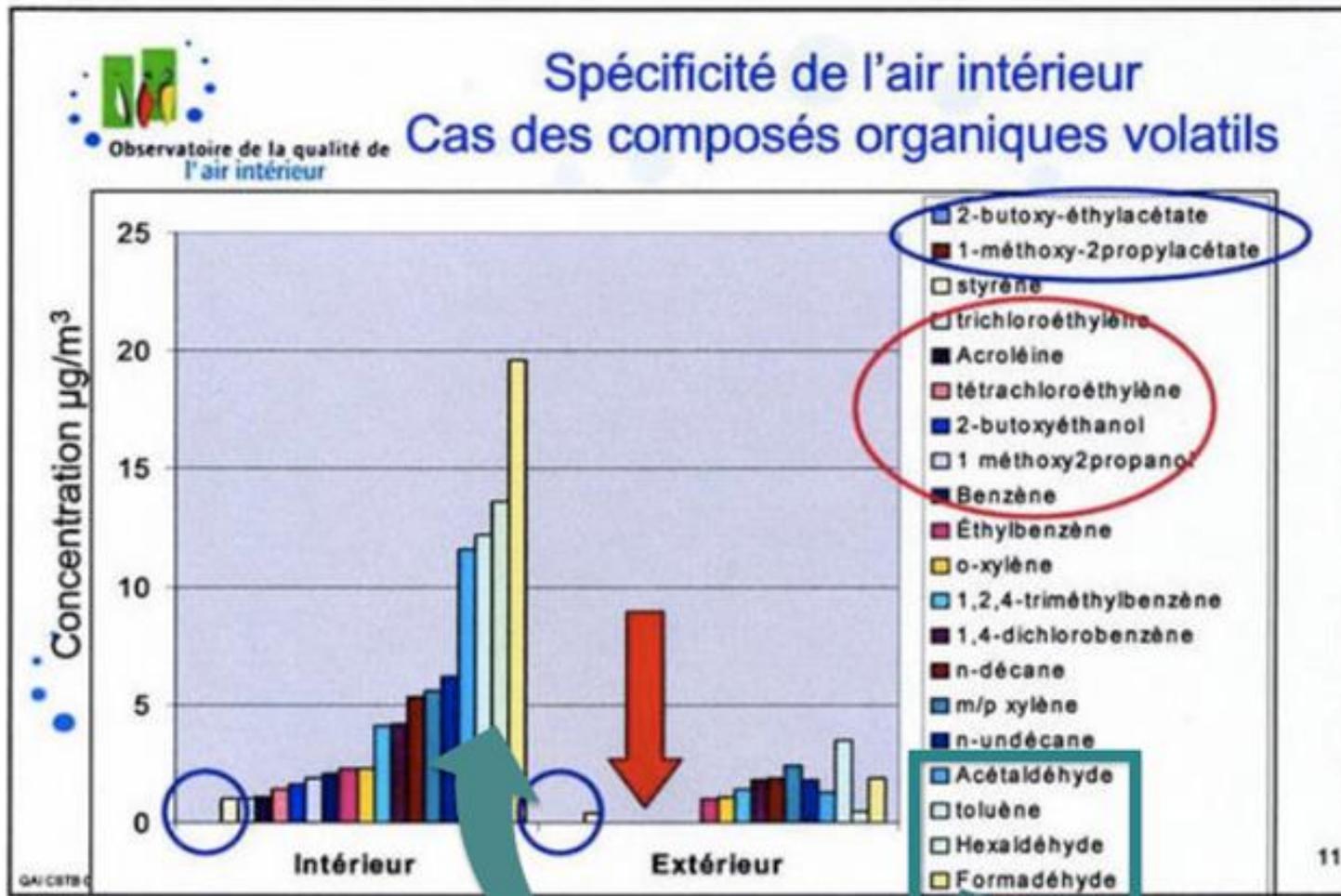


**Journée "type" d'un citoyen**



- Présence de nombreuses sources de pollution intérieure
- Des concentrations en certains polluants plus importantes à l'intérieur qu'à l'extérieur : cas des Composés Organiques Volatils (COV)

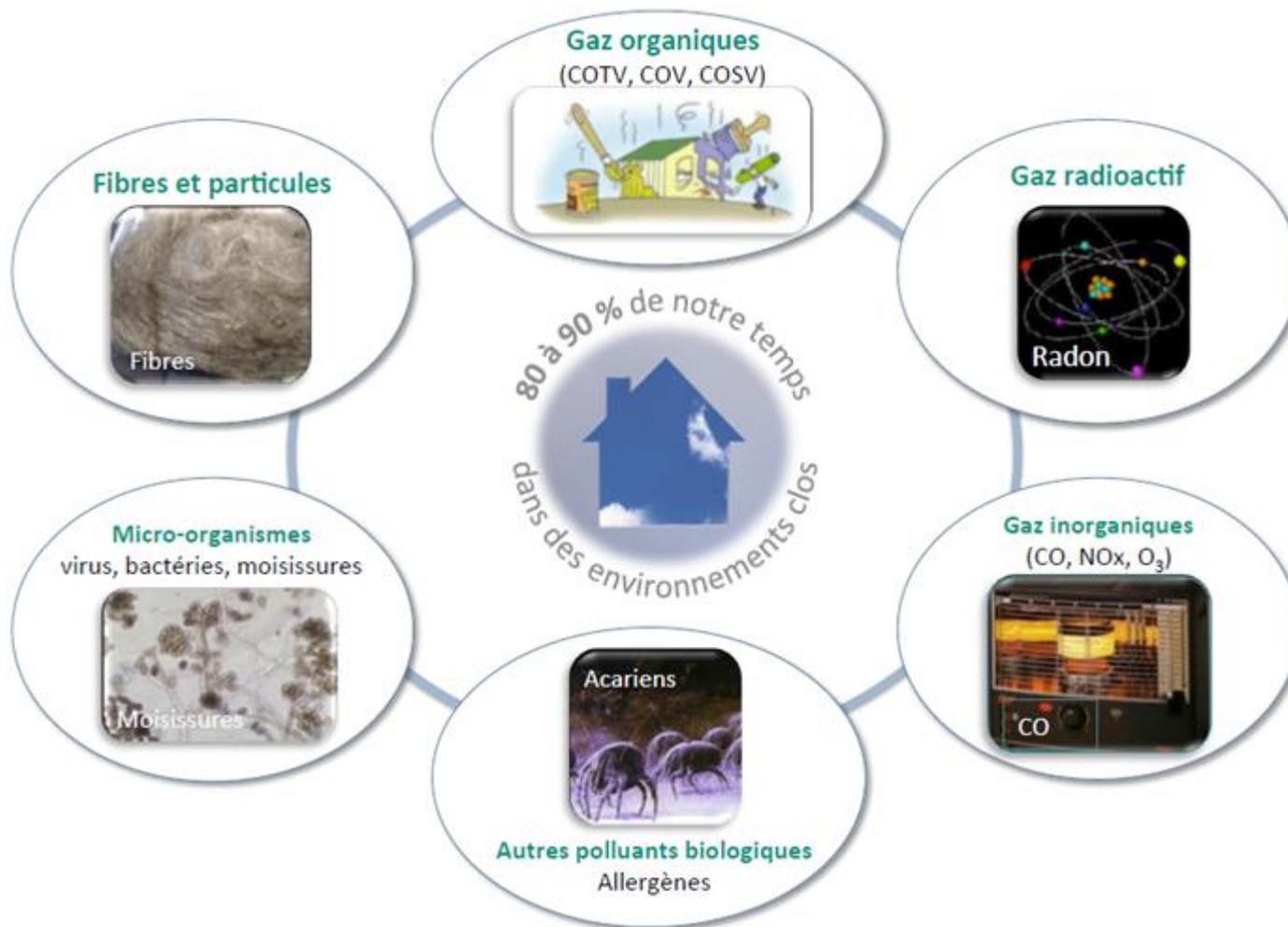
# La qualité de l'air intérieur



www.oqai.fr

# Les polluants

- Une diversité de polluants dans l'air intérieur :

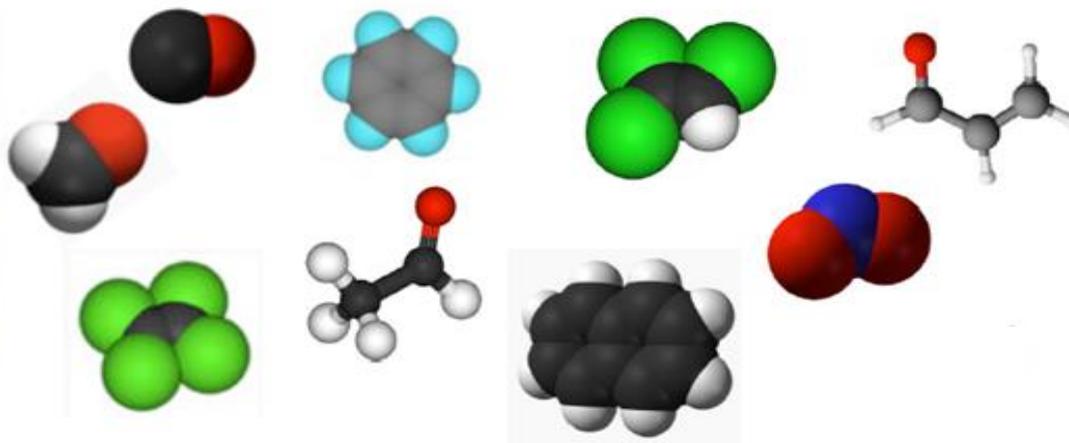


# Les polluants chimiques :

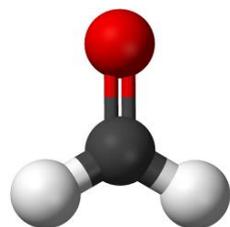
- Des polluants dans l'air intérieur : les COV

Actuellement,

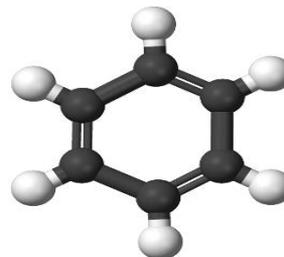
*valeurs guides de qualité d'air intérieur VGAI*



2 polluants majeurs : hautement cancérigènes



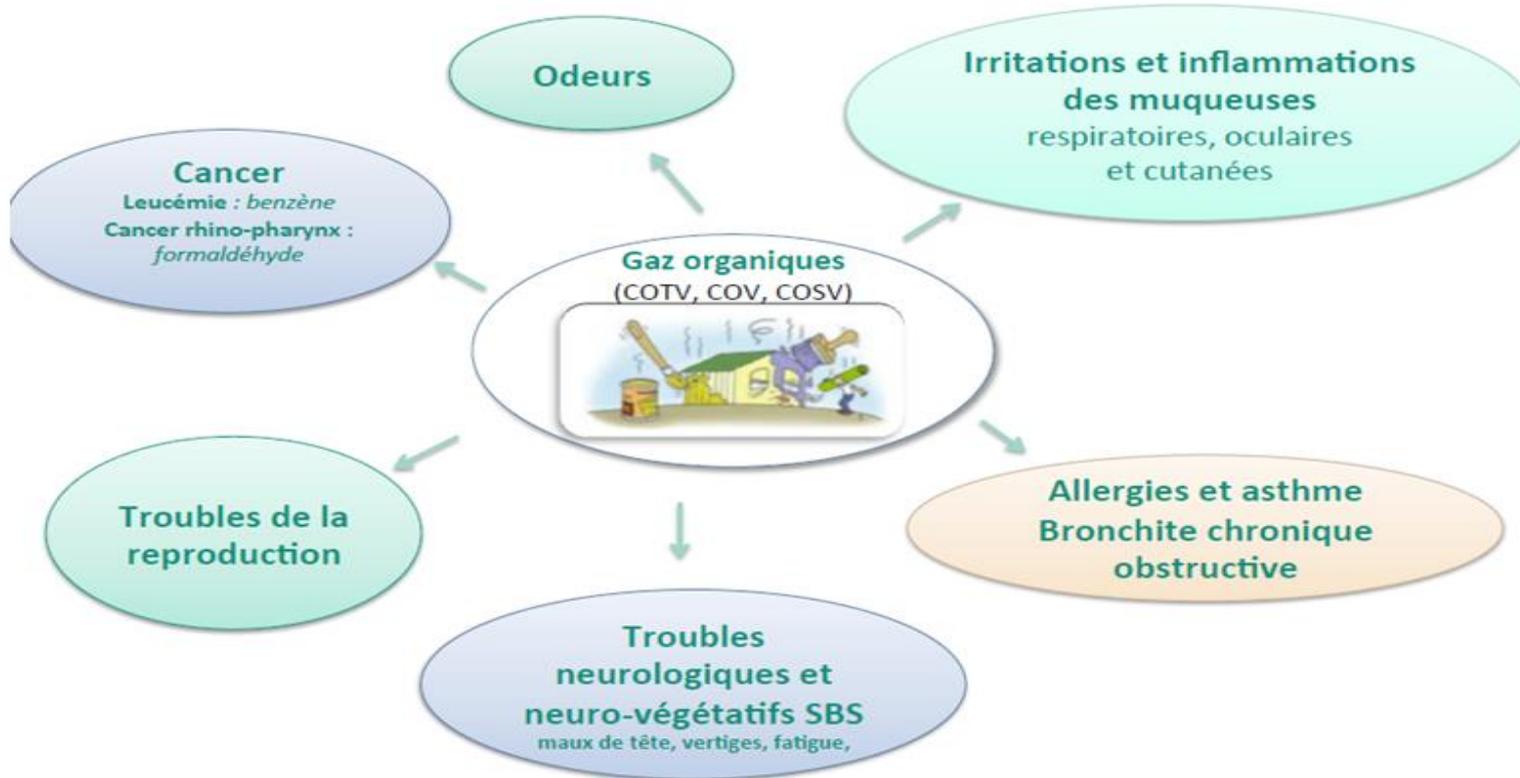
*Formaldéhyde*



*Benzène*

# Quels effets sur notre santé ?

- **Des effets sanitaires avérés :**



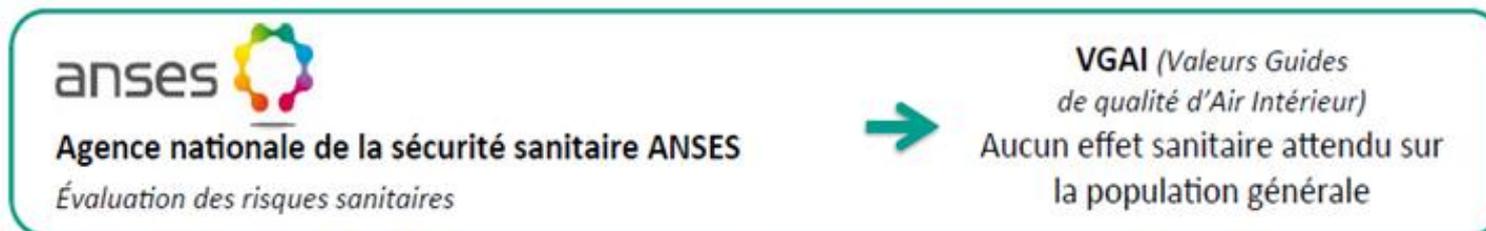
- **Des Impacts Sanitaires évalués :**

- 7 Millions de décès dus à la pollution de l'air dont 4,3 Millions en raison de la pollution de l'air domestique (OMS, 2012).

- Des coûts socio-économiques évalués : 19 Milliards d'euros annuels attribuables à la pollution de l'air intérieur (Anses, 2014).

# Les valeurs de référence en France :

- **VGAI et Valeurs de recommandation et de gestion :**



Décret relatif à la surveillance de la QAI dans certains ERP

Substances	Valeur-guïde pour l'air intérieur		Valeur-limite
<b>Formaldéhyde</b>	30 µg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2015	10 µg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2023	100 µg/m³
<b>Benzène</b>	5 µg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2013	2 µg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2016	10 µg/m³
<b>Dioxyde de carbone</b>			Indice de confinement de niveau 5*
<b>Tétrachloroéthylène</b>			1250 µg/m³

# Les mesures de la QAI

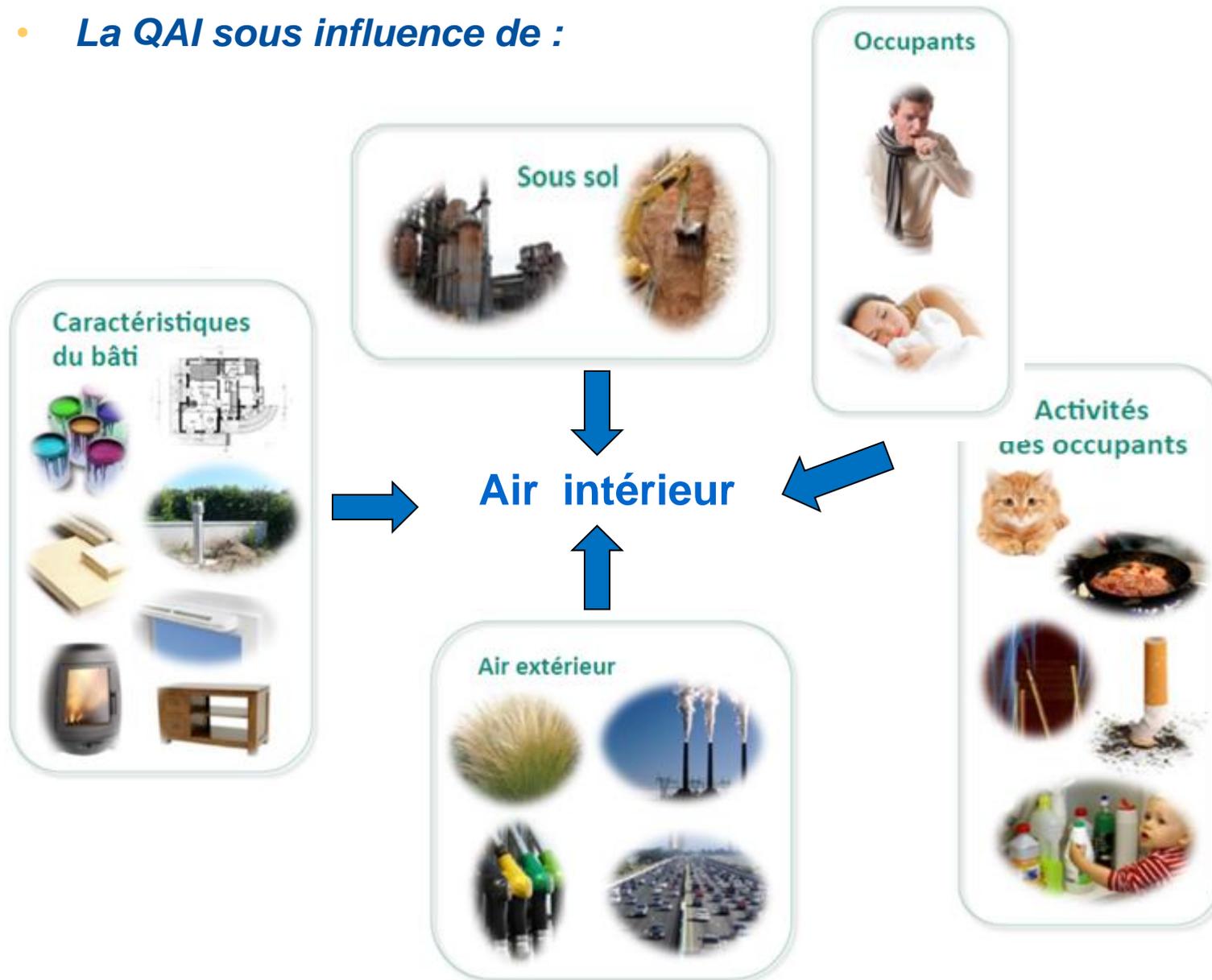
- **La réglementation**

Le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a également défini des valeurs repères d'aide à la gestion de la qualité d'air intérieur :

<b>Formaldéhyde</b>	<b>Benzène</b>	<b>Actions à mettre en œuvre</b>
< 20 µg/m <sup>3</sup>	< 2 µg/m <sup>3</sup>	Valeurs satisfaisantes, pas d'action particulière mise en place
Entre 20 et 50 µg/m <sup>3</sup>	Entre 2 et 5 µg/m <sup>3</sup>	Actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel, laissées à l'initiative du Directeur d'établissement et du Maire
Entre 50 et 100 µg/m <sup>3</sup>	Entre 5 et 10 µg/m <sup>3</sup>	Investigations supplémentaires fortement recommandées. Identification des sources et engagement rapide d'actions d'amélioration de la situation
> 100 µg/m <sup>3</sup>	> 10 µg/m <sup>3</sup>	Diagnostic approfondi des sources afin de fournir au Directeur d'établissement et au Maire des préconisations de travaux et/ou de réorganisation des activités

# Les origines d'une mauvaise Qualité de l'air

- *La QAI sous influence de :*



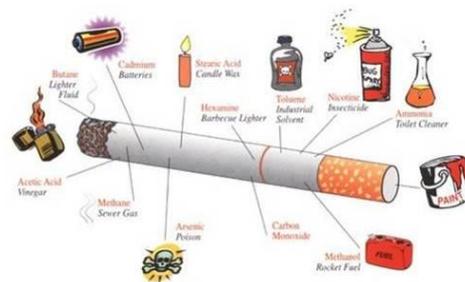
# Les principales sources d'émissions des polluants de l'air intérieur

- **Les principales sources d'émissions en composés organiques volatils dans nos intérieurs...**



**Mobilier** : panneaux de particules, de fibres, de bois aggloméré ...

## Parfums d'intérieurs et produits cosmétiques



**Fumée de cigarettes**

## Matériaux de construction et de décoration



Isolants phoniques thermiques et liants : colles...

### Tapis



Revêtements de sol, linoléums...

### Peintures



**Produits d'entretien et de bricolage** : solvants...

***Retour d'expérience :  
Investigations dans une école  
maternelle...***



# QAI dans une école maternelle

## Contexte

- *Depuis 2010, mise en place d'un projet municipal d'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les établissements municipaux, mobilisant plusieurs services.*

### Un ensemble d'actions visant les établissements accueillant des enfants

- ❖ Campagnes d'analyses
- ❖ Révision des protocoles d'entretien
- ❖ Visites qualité de l'air intérieur
- ❖ Prescription propres aux matériaux de construction et aux dispositifs de ventilation
- ❖ Modalités d'installation du mobilier
- ❖ Formation des agents municipaux



# QAI dans une école maternelle

- ***Air Breizh mandatée pour réaliser les campagnes de mesures dans ces établissements publics.***

## **Objectifs :**

- caractériser la QAI dans les écoles et crèches de la ville,
- comparer les concentrations mesurées aux valeurs réglementaires,
- comparer les teneurs en polluants réglementés et non réglementés des bâtiments investigués aux valeurs nationales (cf campagne nationale écoles et crèches 2009/2011),
- étudier l'influence de certains facteurs sur les concentrations ambiantes,
- évaluer la pertinence et l'efficacité des actions engagées par la collectivité.

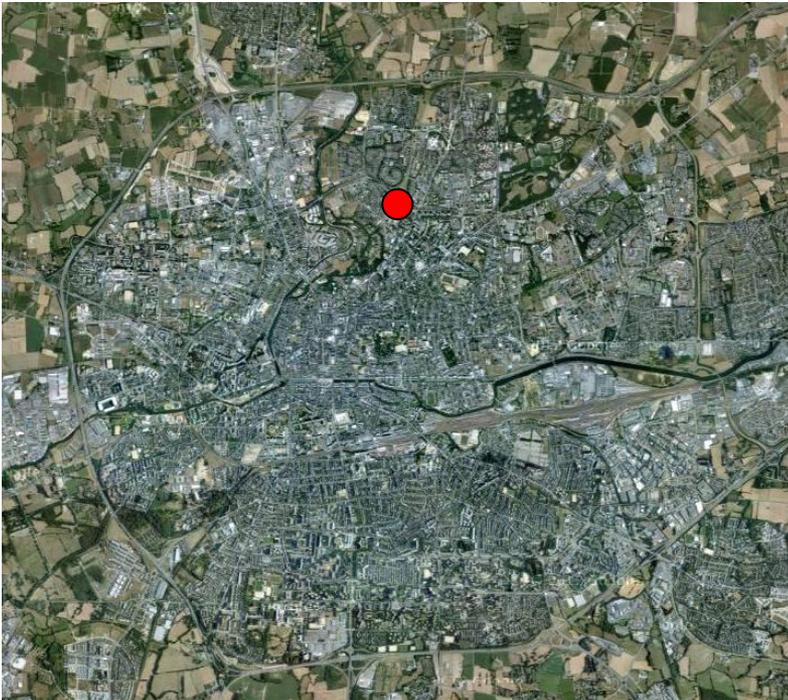
***C'est dans ce contexte qu'une étude de la qualité de l'air a été initiée dans les locaux d'une école maternelle rénovée, en 2014.***



# QAI dans une école

- **Présentation de l'école**

Ecole maternelle située dans un quartier résidentiel au sein d'une grande agglomération



- **Bâtiment ancien, datant des années 80, et ayant récemment fait l'objet de travaux de rénovation (toiture, peinture, mobilier) et d'aménagements intérieurs.**
- **A l'origine, pas de VMC, ventilation naturelle (portes, fenêtres) dans les salles de classes en période hivernale ; Seule VMC dans le bloc sanitaire attenant à la classe. Installation d'une VMC en cours d'année scolaire (été 2014) avant les mesures estivales.**

# QAI dans une école maternelle



# Les mesures de la QAI

- **Le matériel de mesures**

*Pour les COV (benzène, formaldéhyde, ...)* :

- utilisation de tubes à diffusion passive,
- piégeage chimique des composés à l'intérieur de la cartouche,
- période de prélèvement de 4,5 jours (du lundi matin au vendredi après-midi),
- résultat : niveau moyen durant l'échantillonnage



*Pour le CO<sub>2</sub> :*

- utilisation d'un analyseur spécifique,
- période de mesures du lundi au vendredi
- suivi en continu du CO<sub>2</sub> (mesures toutes les 10 minutes).

# Les mesures de la QAI

- **Méthodologie de prélèvements**



Basée sur les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde, du benzène et du monoxyde de carbone dans l'air des milieux clos ouverts au public (2008), élaborée par le LCSQA et le CSTB.



Tubes à diffusion passive

# QAI dans une école maternelle

- **Protocole de mesures**

- 2 campagnes de mesures : une en période hivernale (janvier 2014) et l'autre en période estivale (septembre 2014).
- 1 à 2 salles de classe investiguée selon la saison
- Mesures du formaldéhyde et du benzène
- Suivi en continu des concentrations en CO<sub>2</sub>, permettant l'estimation du confinement dans les salles de classes



# QAI dans une école maternelle

- Résultats - Formaldéhyde

	Concentration en formaldéhyde dans l'air des classes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Température Moyenne ( $^{\circ}\text{C}$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur guide Moyenne été/hiver ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Classe des PS/TPS	Classe des MS/PS (pas de ventilation)			
Mise en place d'une VMC jour	59,5	Non mesuré	19	100	30
Sensibilisation à l'aération	112 (VMC jour)	120,1	23,5		
	45,6 (VMC jour)	47,6	19,5		

→ **Concentrations en formaldéhyde particulièrement élevées justifiant la mise en place d'actions correctives rapides**

# QAI dans une école maternelle

- Résultats – Benzène

	Concentration en benzène dans l'air des classes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Extérieur	Température Moyenne ( $^{\circ}\text{C}$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur guide Moyenne été/hiver ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Classe des PS/TPS	Classe des MS/PS (pas de ventilation)				
<b>Campagne hivernale</b> du 06 au 10 janvier 2014	1,85	Non mesuré	0,8	19	10	2
<b>Campagne estivale</b> du 15 au 19 septembre 2014	1,45 (VMC jour)	2,3 (Pas de VMC)	1,2	23,5		
<b>Campagne hivernale</b> du 01 au 05 décembre 2014	1,65 (VMC jour)	Non mesuré	Non mesuré	19,5		

Mise en place d'une VMC jour

Sensibilisation à l'aération

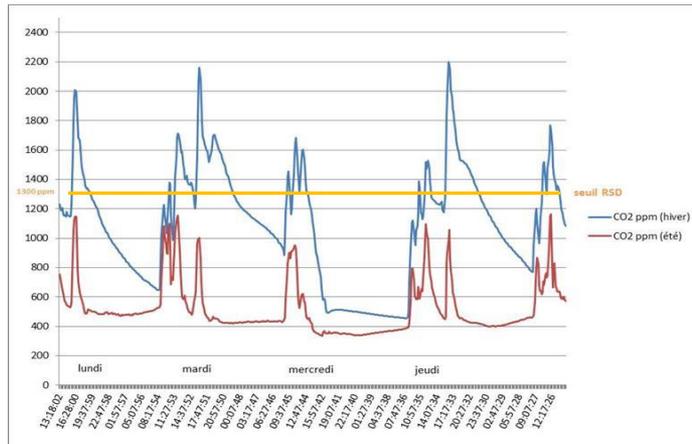


**Concentrations en benzène satisfaisantes  
(en 2014 VGAI < 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

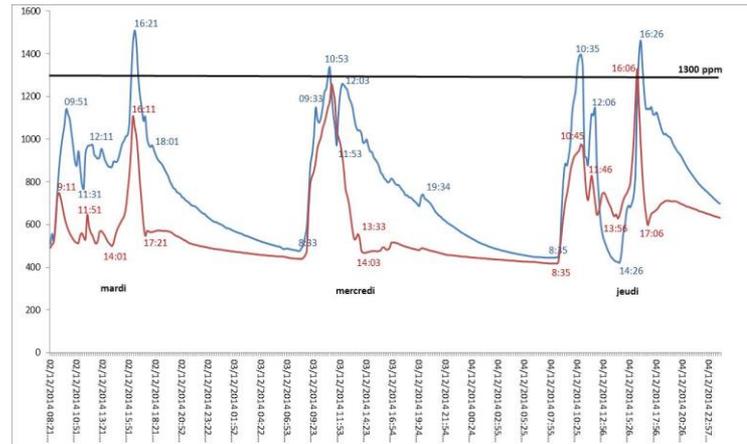
# QAI dans une école maternelle

- Résultats – Evolution des concentrations en CO<sub>2</sub>

**Évolution du CO<sub>2</sub> au cours de la semaine**  
- Classe des PS/TPS - (janvier 2014 Vs sept 2014)



**Évolution temporelle du CO<sub>2</sub> dans les 2 classes**  
(décembre 2014)



Concentrations plus élevées et décroissance moins rapide en hiver qu'en été pour la classe des PS/TPS



Evolution des concentrations en CO<sub>2</sub> au cours des journées : pics et décroissances sont fonction du renouvellement d'air (aération / ventilation) et du taux d'occupation de la pièce/volume



- **Conclusions**

- Concentrations en **formaldéhyde anormalement élevées** dans les 2 classes investiguées, surtout en été, dépassant largement la valeur seuil de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur limite de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et justifiant la mise en œuvre d'un **diagnostic approfondi des sources d'émission**.
- Concentrations en benzène correctes sur les 2 périodes de mesures
- Renouvellement de l'air insuffisant au sein de la classe investiguée, en l'absence de ventilation (hiver). Diminution des taux de  $\text{CO}_2$  et confinement moindre suite à l'installation d'une VMC et aux pratiques d'aération en été au sein de la classe des PS/TPS.



***Demande d'investigations complémentaires :  
Recherche de sources en formaldéhyde***

## Pour rappel et ordre de grandeurs au niveau national

- **La répartition des concentrations rencontrées dans les écoles lors de la campagne nationale**

- Le formaldéhyde Concentration médiane de 16,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

		Répartition des concentrations en Formaldéhyde				
Etude	Etablissements investigués	de 0 à <10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 10 à <30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 30 à <50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 50 à <100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Campagne Nationale de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches (2009 - 2011)	300	19,6%	68,2%	10,3%	1,9%	-

- Le Benzène Concentration médiane de 2,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

		Répartition des concentrations en Benzène			
Etude	Etablissements investigués	de 0 à <2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 2 à <5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de 5 à <10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Campagne Nationale de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches (2009 - 2011)	300	35,7%	63,3%	0,9%	0,1%

# QAI dans une école maternelle

*Expertise menée par Air Breizh en décembre 2014 :*

 *Recherche de sources en formaldéhyde :*

*Mesures des émissions sur 13 matériaux susceptibles d'émettre du formaldéhyde dans la salle de classe*

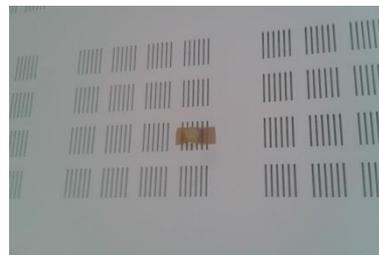


*Chaise enfant*



*Dalles plafond*

  
Prélèvements sur badges passifs sur une durée de 8 à 10 h et sur une seule et même journée



*Cloison d'isolation phonique*

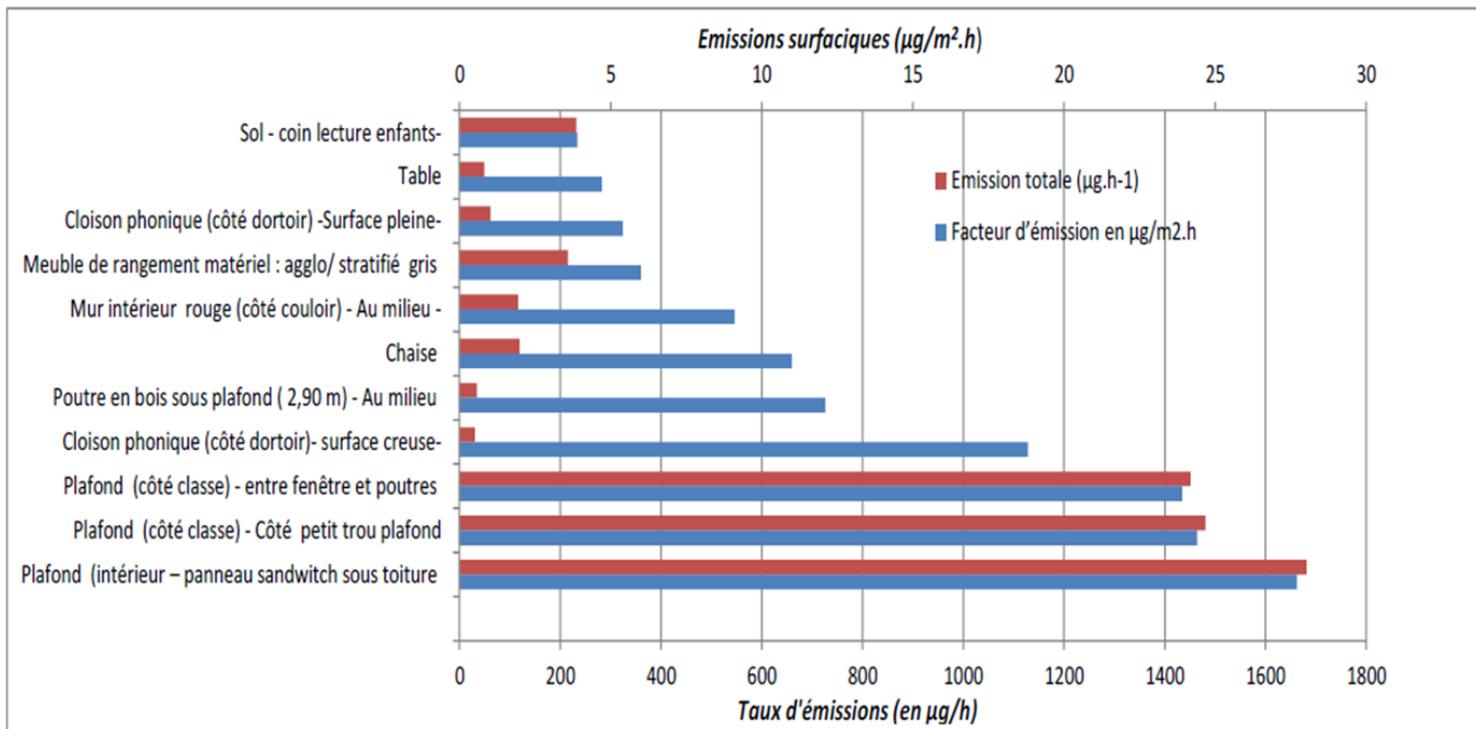


*Peinture murale*

# QAI dans une école maternelle

- Résultats

Surfaces contributrices en formaldéhyde dans la classe des PS/TPS de l'école maternelle Jules Isaac

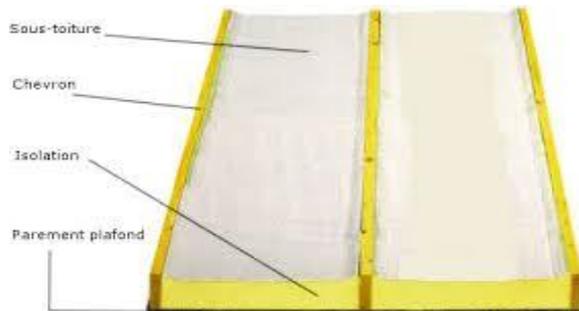


**Les panneaux sandwichs du plafond identifiés comme source majoritaire de formaldéhyde à 63%**

# QAI dans une école

- **Rappel et chronologie des investigations**

- Campagnes de mesures hivernales révélant des niveaux en formaldéhyde élevés et  $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et un renouvellement d'air insuffisant au sein de la classe des PS/TPS
- Mesures estivales anormalement élevées au sein de 2 classes
- Recherche des sources d'émissions et identification
- Suivi analytique du formaldéhyde pour évaluer l'exposition réelle des enfants en journée
- Communication des résultats aux enseignants et aux parents d'élève
- Enlèvement des panneaux sandwichs émetteurs de formaldéhyde sous l'ensemble de la toiture



- Travaux engagés dès la rentrée 2015/2016

## QAI dans une école maternelle

- **Importance du renouvellement d'air : Surveillance analytique**

**Objectif : Evaluer l'exposition réelle des enfants durant la journée en tenant compte de la variabilité des concentrations en COVL (dont le formaldéhyde).**

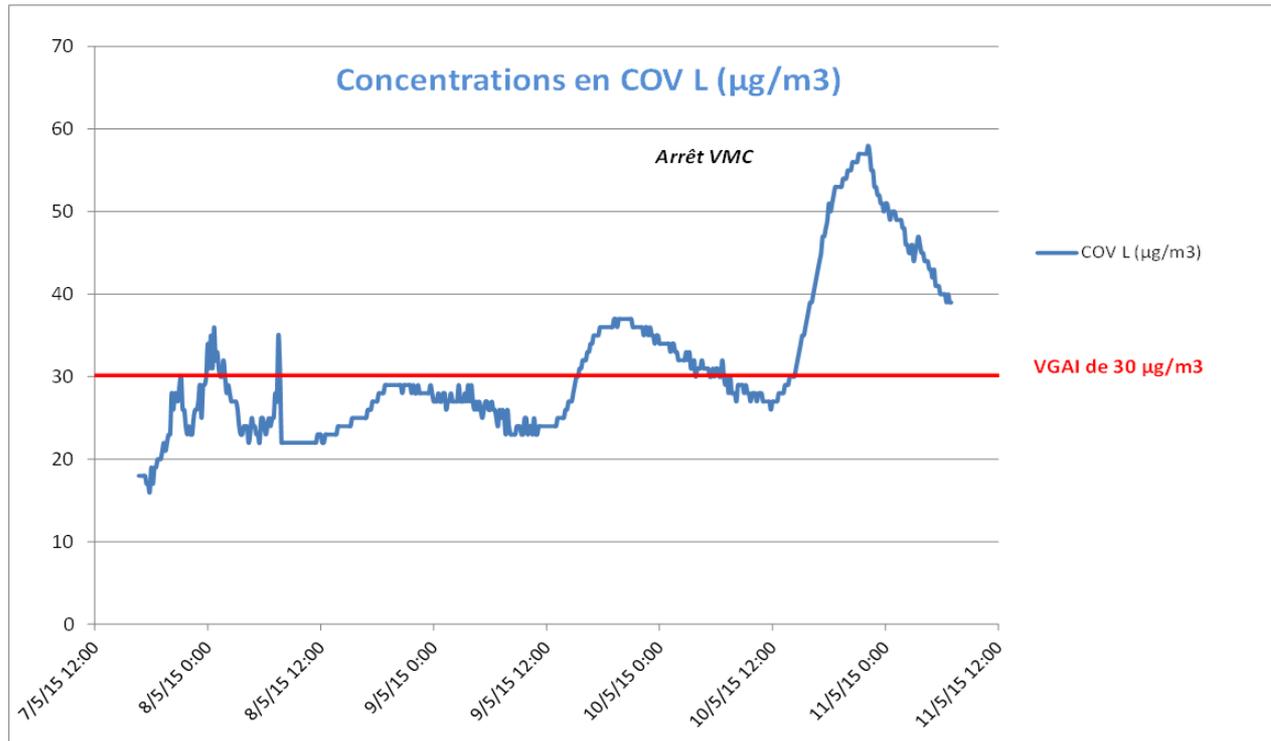
- *Mise en place d'une balise de mesures du formaldéhyde en continu, pendant plusieurs semaines dans la salle des PS/TPS.*
  
- *Résultats des mesures en continu sur différentes périodes de mesures en fonction des pratiques d'aération et de ventilation*



# QAI dans une école maternelle

- Evolution des concentrations en COVL du 07 au 11 mai 2015

## Arrêt total de la VMC



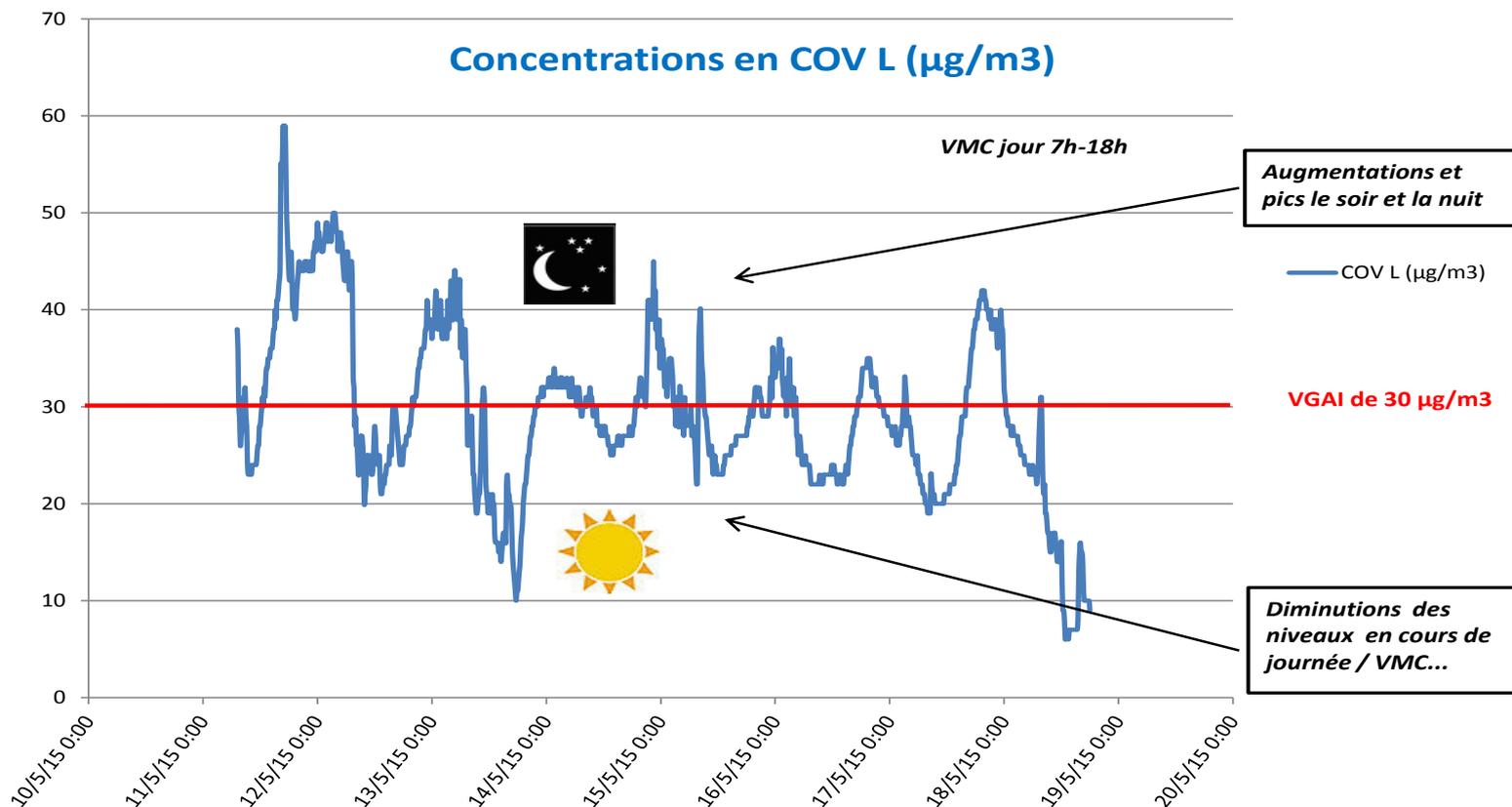
**Augmentation progressive des concentrations en COVL lors de l'arrêt de la VMC**

# QAI dans une école maternelle

- Evolution des concentrations en COVL du 11 au 18 mai 2015

## Fonctionnement de la VMC de 7h à 18h

Concentrations en COV L ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



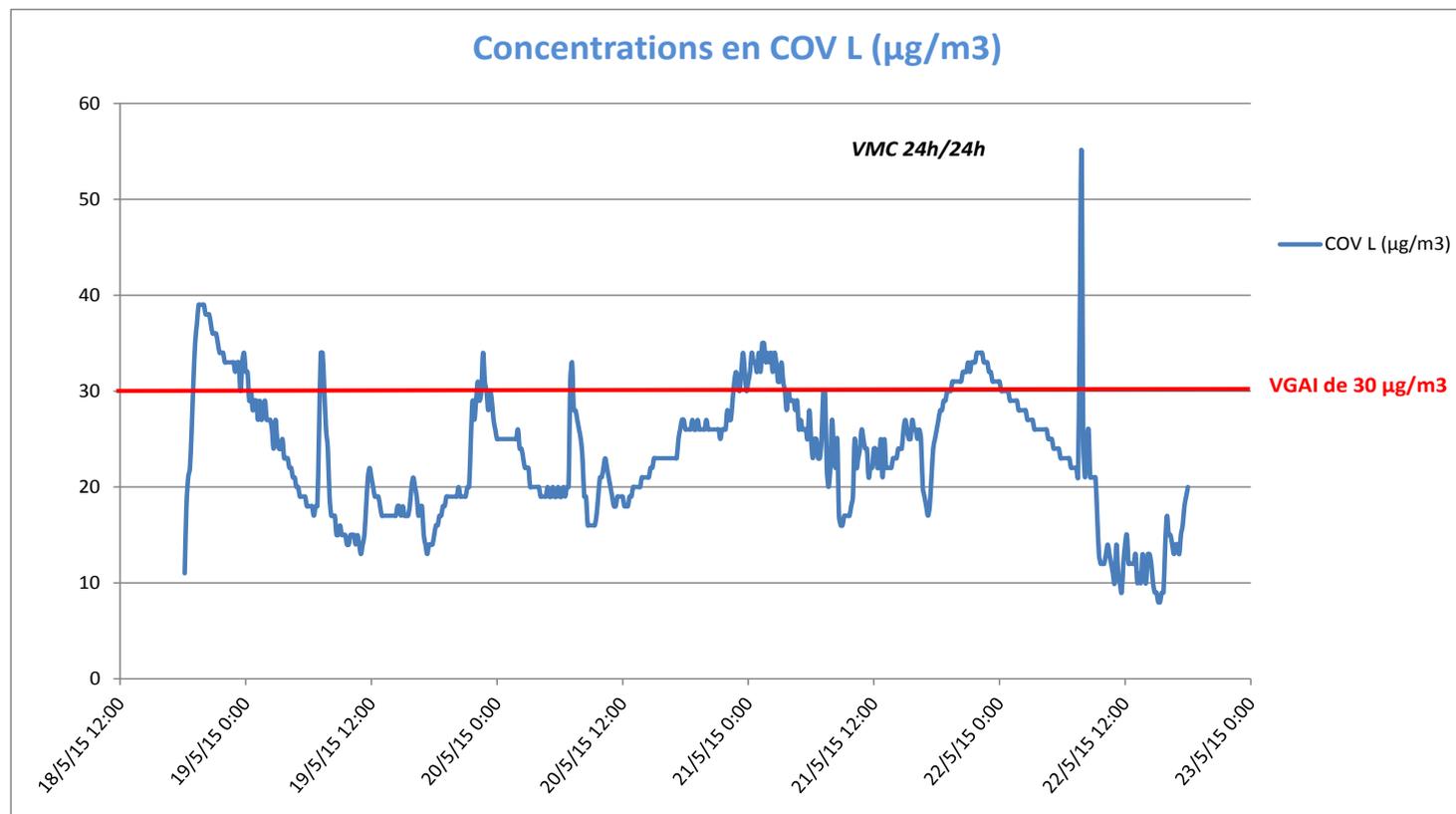
➔ • Augmentations et pics des concentrations en COVL en soirée ou la nuit (Arrêt VMC)

➔ • Diminution notable des niveaux en journée, lors du fonctionnement de la VMC

## QAI dans une école maternelle

- Evolution des concentrations en COVL du 18 au 22 mai 2015

### Fonctionnement 24h/24h de la VMC

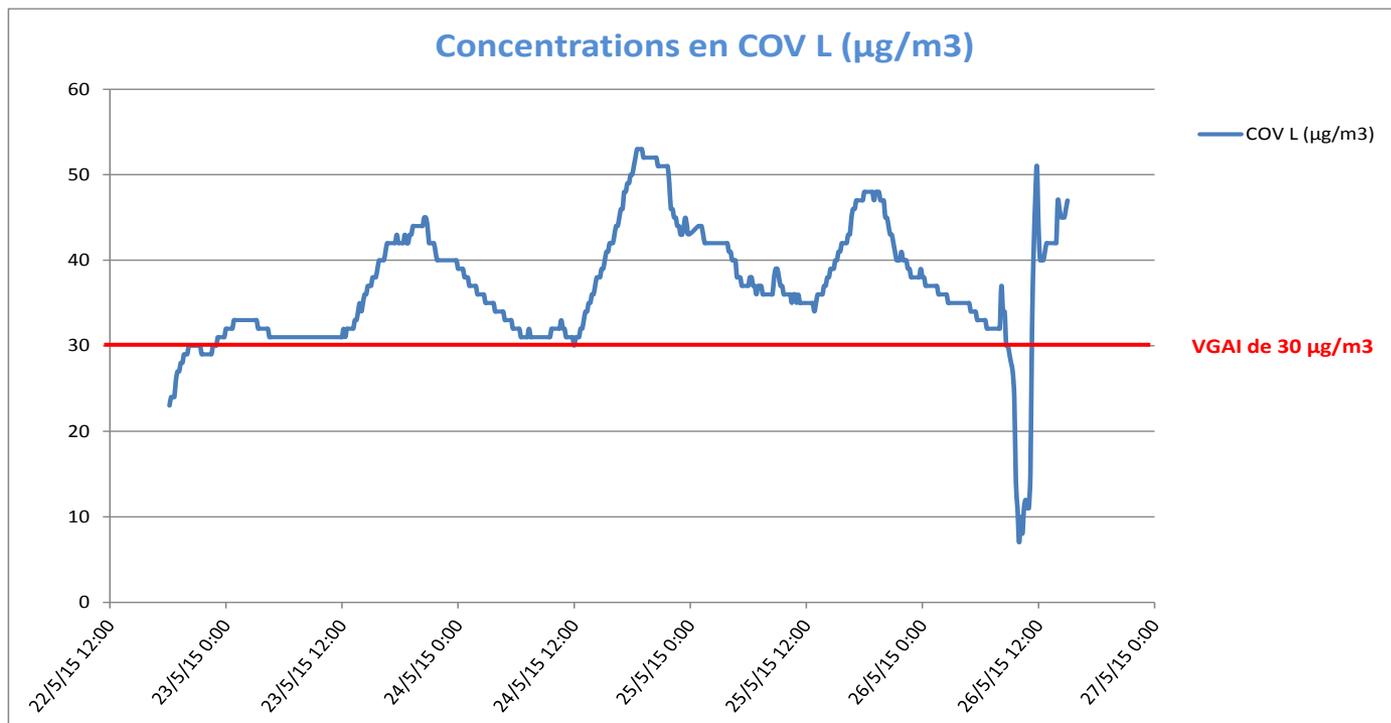


- ➔ • Diminution nette des niveaux en COVL sur la semaine (niveaux majoritairement  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- ➔ • Efficacité du fonctionnement de la VMC en continu sur les augmentations nocturnes

## QAI dans une école maternelle

- Evolution des concentrations en COVL du 22 au 26 mai 2015

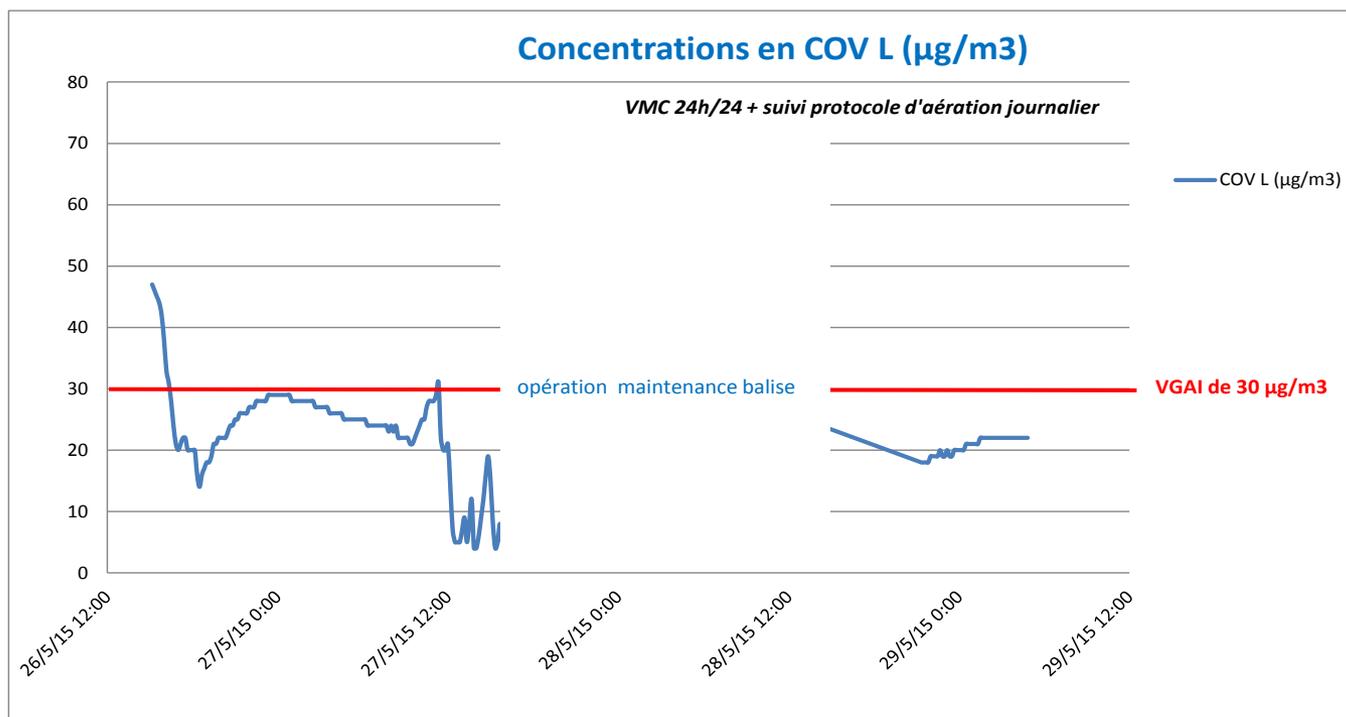
Coupure de la VMC : Arrêt total



➔ Augmentation sensible et immédiate du niveau global en COVL sur la semaine variant entre  $30$  et  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (coupure VMC + températures plus élevées et ensoleillement sur cette période)

## QAI dans une école maternelle

- Evolution des concentrations en COVL du 26 au 29 mai 2015  
*Reprise fonctionnement VMC + pratiques d'aération renforcée*

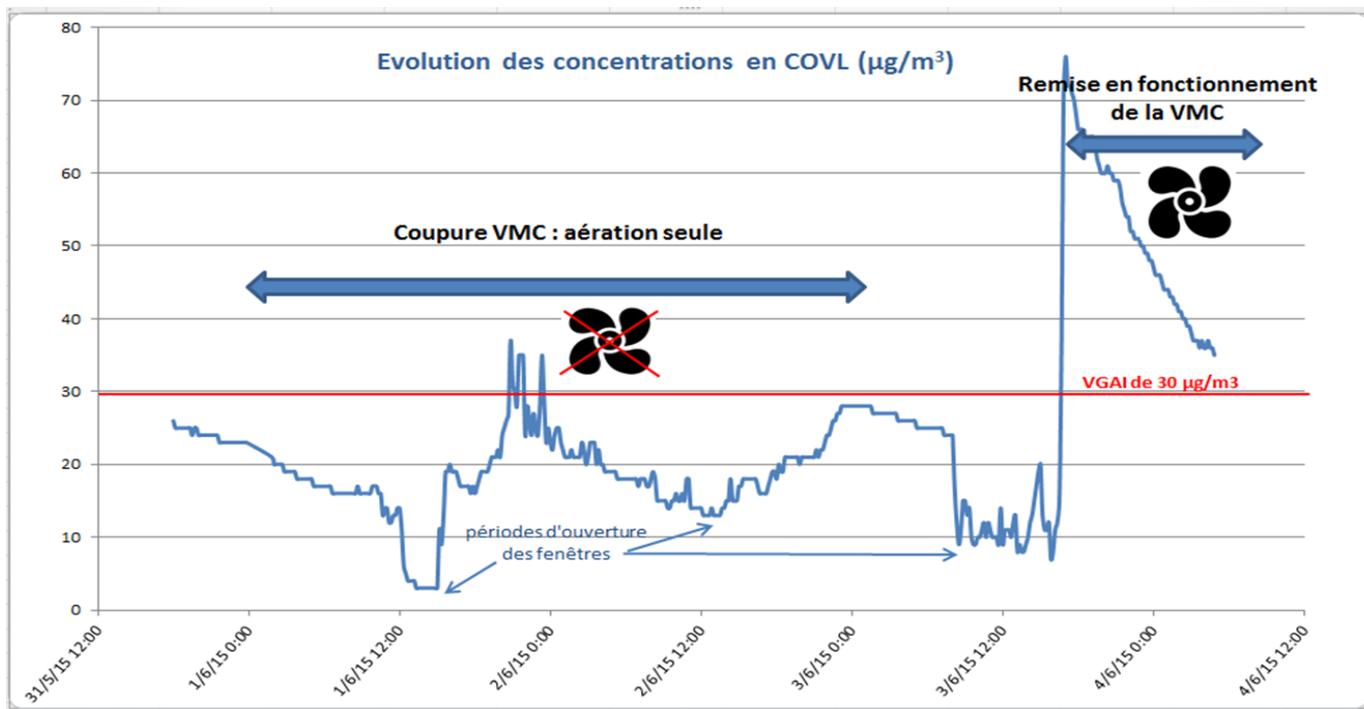


➔ **Diminution sensible des concentrations globales en COVL sur la semaine variant entre 10 et 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : efficacité du couplage aération-ventilation continue.**

# QAI dans une école maternelle

- Evolution des concentrations en COVL du 2015

## Reprise fonctionnement VMC + pratiques d'aération renforcée



Diminution notable des niveaux en COV L lors des périodes d'aération prolongées puis augmentation des niveaux dès fermeture des ouvrants.  
La remise en fonctionnement de la VMC, permet après d'abaisser de nouveau les niveaux

# QAI dans une école maternelle

- **Conclusions**

## ***Résultats / surveillance analytique mai 2015 :***

- **Grande variabilité des concentrations en COV L (dont le formaldéhyde) sur une semaine:**
  - température & humidité (émissivité plus importante des matériaux)
  - entre les périodes d'occupation ou non des locaux (diurne/nocturne)
- ▲ **Concentrations en formaldéhyde /1 semaine  $\neq$  Niveaux d'exposition des enfants de jour**
- **Efficacité du fonctionnement 24h/24h de la VMC :**
  - Baisse significative des niveaux rencontrés (importance du lundi matin)
- **Efficacité des pratiques d'aération couplées au fonctionnement de la VMC en journée**
- **Importance et efficacité des pratiques d'aération renforcées si VMC coupée ou dysfonctionnant:**
  - Baisse significative des concentrations en COVL en deçà de la VGAI de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

**Quelles solutions envisager ?**



# QAI : Quelles précautions prendre ?

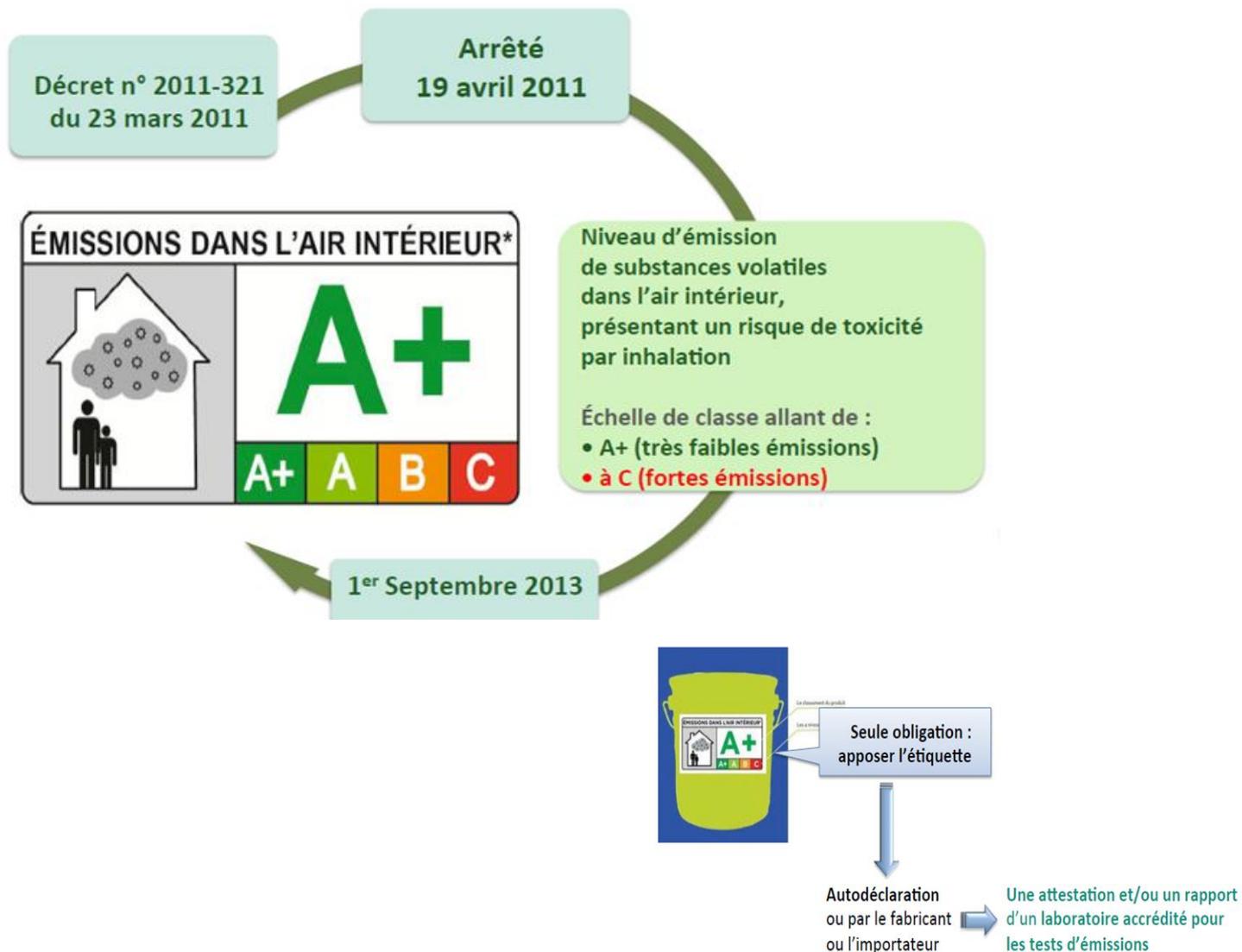
- **Des solutions pour préserver la QAI...**

- **Assurer avant tout un bon renouvellement d'air au sein des locaux : ventilation, aération...**
- Choix des matériaux et des produits peu émissifs lors de la conception, de la rénovation :  
Isolants, revêtements, peintures, colles, puis du mobilier...(étiquettes, labels, FDES..)
- Utilisation de produits d'entretien et de nettoyage peu émissifs , protocoles adaptés...
- Stockage des produits potentiellement émetteurs en armoire ou local ventilé...



# QAI : Quelles précautions prendre ?

- **L'étiquetage réglementaire**



# QAI : Quelles précautions prendre ?

- Choix des matériaux : Les labels et certifications

## Les labels pour les produits de construction



- Peintures
- Panneaux dérivés du bois
- Produits d'isolation
- Revêtements de sols



- Peintures
- Panneaux dérivés du bois
- Produits d'isolation
- Revêtements de sols



- Peintures
- Produits d'entretien
- Ameublement



Rassemble les critères les plus exigeants des autres labels



- Produits de pose