



**IMT Mines Alès**

École Mines-Télécom

Site de Pau

Technopôle Hélioparc

2 avenue pierre Angot – 64000 Pau

# MESURE SUR SITE DES ÉMISSIONS DE MATÉRIAUX POUR L'IDENTIFICATION DE SOURCES DE POLLUTION EN BÂTIMENT

**Valérie Desauziers**

[Valerie.desauziers@mines-ales.fr](mailto:Valerie.desauziers@mines-ales.fr)

*C2MA – Pôle RIME*  
*Interactions Matériaux-Environnement*



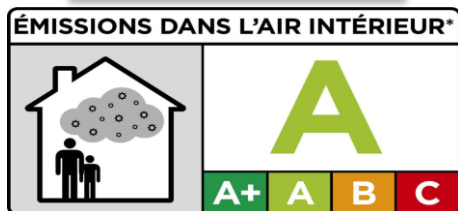
# QAI ET PRODUITS DE CONSTRUCTION

- Les matériaux de construction et de décoration sont une des principales sources de COV et de formaldéhyde dans les environnements intérieurs
- Une avancée pour la prise en compte de leur qualité sanitaire: le Grenelle de l'Environnement (loi de Grenelle 2 du 12/07/2010)



## Concentrations d'exposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans une pièce modèle

Décret 2011-321  
du 23 mars 2011



Classes	C	B	A	A+
Formaldéhyde	>120	<120	<60	<10
Acétaldéhyde	>400	<400	<300	<200
Toluène	>600	<600	<450	<300
Tétrachloroéthylène	>500	<50	<350	<250
Xylènes	>400	<400	<300	<200
1,2,4-triméthylbenzène	>2000	<2000	<1500	<1000
Ethylbenzène	>120	<120	<90	<60
1,4-dichlorobenzène	>1500	<1500	<1000	<750
2-butoxyéthanol	>2000	<2000	<1500	<1000
Styrène	>500	<500	<350	<250
COVT	>2000	<2000	<1500	<1000

# MESURE DES ÉMISSIONS (NF EN ISO 16000-9,2006)



Chambre d'essai d'émission

## Contrôle des paramètres d'essai:

- T =  $23 \pm 2$  °C
- RH =  $50 \pm 5$  %
- Taux de charge (A/V)
- TRA ( $\lambda$ )

## Périodes de mesurages:

- $72 \pm 2$  h
- $28 \pm 2$  jours

taux d'émission T ( $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )



concentrations d'exposition  
(pour une pièce modèle)



## Produits testés individuellement:

-pas de prise en compte des assemblages (ex: primaire, ragréage, adhésifs,...) ni de la mise en œuvre

## Paramètres d'essai fixes:

-pas de prise en compte des conditions d'usage

## Cellule d'émission FLEC

NF EN ISO 16000-10, 2006

### ➤ Analyse en laboratoire

- 2 Prélèvements :  
Tenax (COV) + DNPH (formaldéhyde)



- 2 Analyses :  
GC (COV) + HPLC (formaldéhyde)



Rizk et al., Build. & Environ., 2016

### ➤ Analyse en ligne: PTR-MS

- Grande résolution temporelle (quelques s)
- Appareillage lourd
- *mesure du formaldéhyde ?*



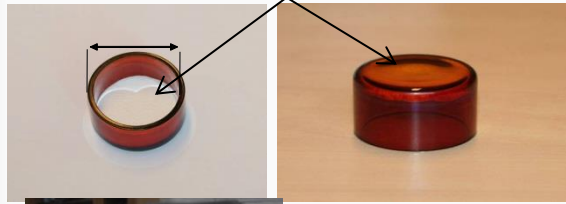
Photo: Mines Douai

Complexe à mettre en œuvre

# MÉTHODES DE MESURE SUR SITE – PRÉLÈVEMENT PASSIF (PFS)

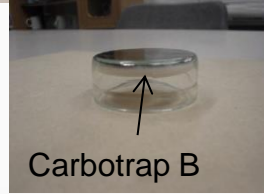
## ➤ Analyse en différé au laboratoire

Filtre quartz +2,4-DNPH



Formaldéhyde + acétaldéhyde

(Shinohara et al., *Atmos. Environ.*, 2007; Blondel&Plaisance, *Analytical Methods*, 2010)



Carbograph 4



COV (BTEX)

(Shinohara et al., *Build. & Environ.*, 2009; Poulhet et al., *Build. & Environ.*, 2015)

## ➤ Analyse sur site



Capteur nanoporeux + Fluoral P



Formaldéhyde

(Tran-Thi T.H. et al., *Chemical Society Reviews*, 2011; Poulhet et al., *Build. & Environ.*, 2015)

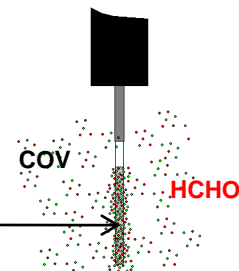
- Exposition de plusieurs heures, puis mesure de la masse (m) de polluant émis
- Détermination d'un taux d'émission (T) à partir d'une courbe d'étalonnage établie à partir de mesures de (T) en chambre d'essai.

# NOTRE APPROCHE: PRÉLÈVEMENT PASSIF (DOSEC)



DOSEC

- Placée sur le matériau j
- Les COV diffuse du matériau vers l'air (→équilibre)
- Prélèvement et concentration des **COV** et **formaldéhyde** sur une fibre d'adsorbant (SPME) modifiée
- Analyse en laboratoire (GC-MS/FID)
- Mesure de la **concentration à l'interface matériau/air:  $C_{sij}$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )**



**Analyse combinée COV + formaldéhyde**  
Bourdin & Desauziers, J. Anal. Bioanal. Chem, 2014

Régime stationnaire:

$$T = -D \frac{dC}{dx} = -D \frac{C_i - C_{sij}}{L}$$

**Emission:  $C_{sij} > C_i$  ou Puits:  $C_{sij} < C_i$**

$T$ : taux d'émission ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$D$ : coefficient de diffusion ( $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )

$C_i$ : Concentration dans l'air intérieur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

$L$ : épaisseur de la couche limite de diffusion (m)

$C_{sij}$ : concentration à l'interface matériau/air ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

# ETUDE D'UN COLLÈGE NEUF

Thèse de Delphine Bourdin

P. Mocho<sup>2</sup>, C. Cantau<sup>3</sup>



LaTEP

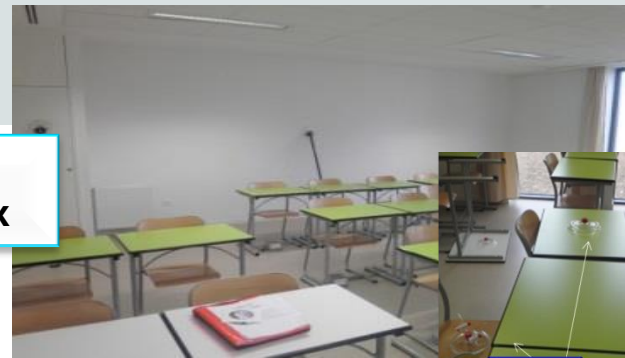


# ETUDE D'UNE SALLE DE CLASSE

- Collège neuf  
Ventilation double flux

Analyse de l'air ET de la surface des matériaux

- Mesures dans une salle de classe
  - 6 mois (septembre à mars), toutes les 2 semaines
  - Mesures dans pièce inoccupée: impact des matériaux



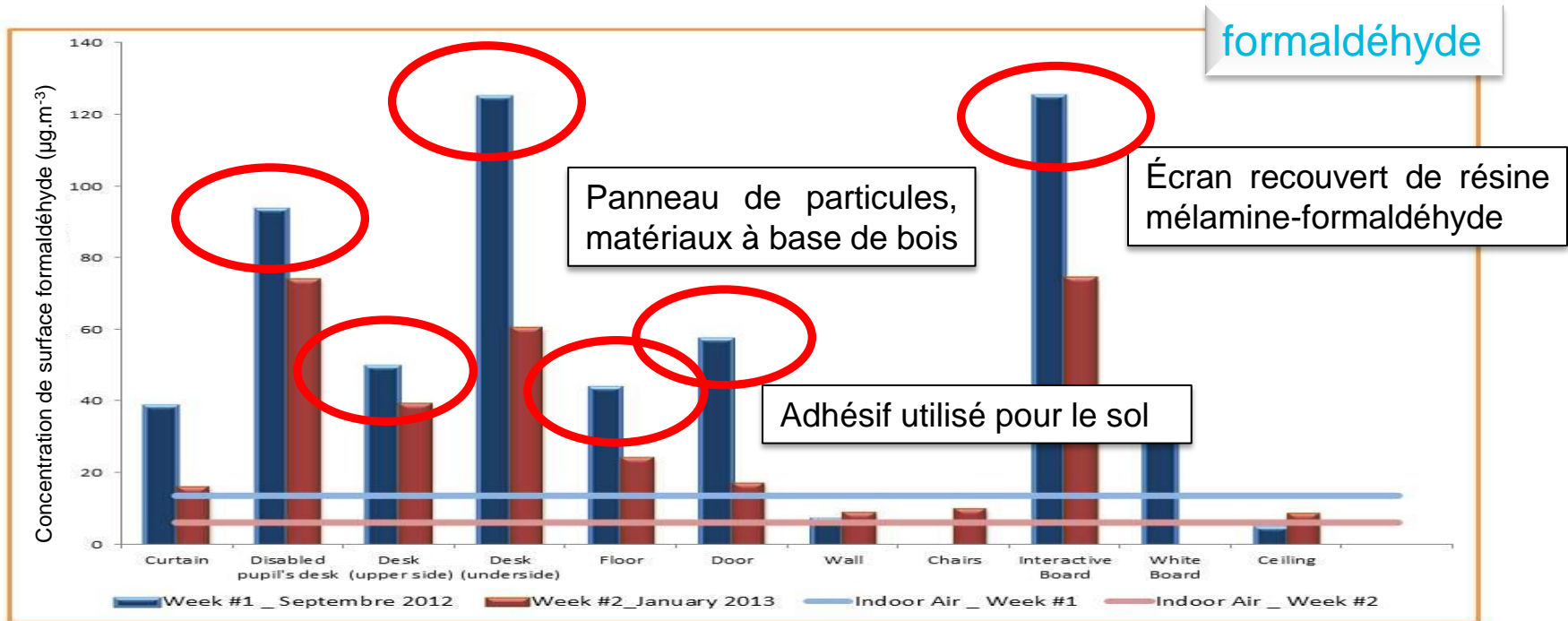
	Matériaux	Surface (m²)	Etiquetage sanitaire
Murs	peinture	52.2	A +
Sol	PVC	49.0	Non fourni
Plafond	Plaques de plâtre	29.0	A +
Porte	Panneau de particules	2.0	A+
Tableau interactif	Résine mélamine	1.9	Non concerné par l'étiquetage sanitaire
Tableau blanc		2.3	
chaises	Hêtre vernis	6.7	
bureau (dessus+ dessous)	Stratifié + mélaminé	20.0	
rideau	polyester	11.0	

Matériaux de construction/déco.

ameublement



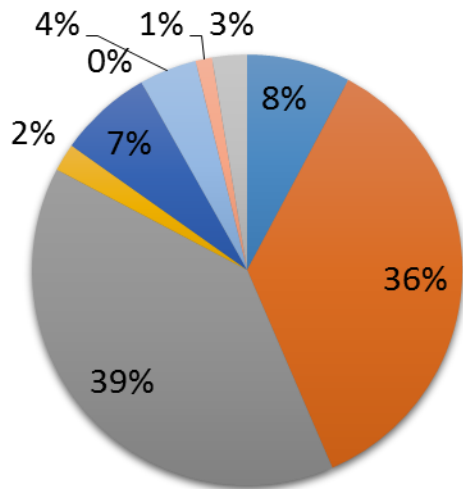
# IDENTIFICATION DES MATÉRIAUX SOURCES DE COV



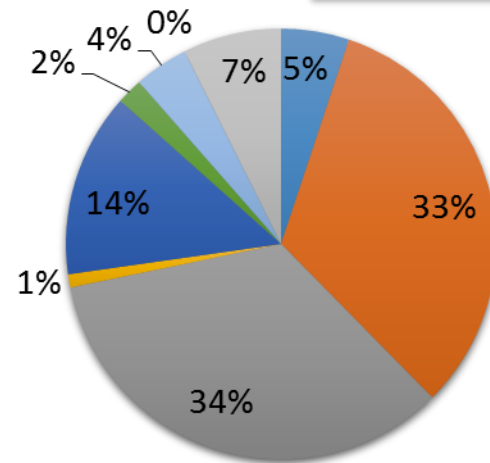
Importance des mesures sur site pour prendre en compte les conditions de mise en œuvre des matériaux

# HIÉRARCHISATION DES SOURCES

Considérant la surface de chaque matériau...



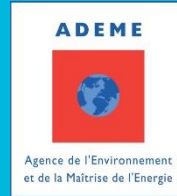
Livraison du bâtiment



Après 6 mois

formaldéhyde

- **Classement identique en début et fin de campagne de prélèvement**
- Principal contributeur: **sol** (surface importante dans la pièce).
- Impact important du mobilier (bureaux) en **panneaux de particules**



# COVBAT-BOIS:

Nature et déterminants de la contamination aux Composés Organiques Volatils et prédiction de la qualité de l'air intérieur dans les BATiments à ossature Bois

H. Plaisance, P. Mocho<sup>2</sup>, N. Sauvat<sup>3</sup>, K. Raulin<sup>4</sup>



LaTEP



# OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

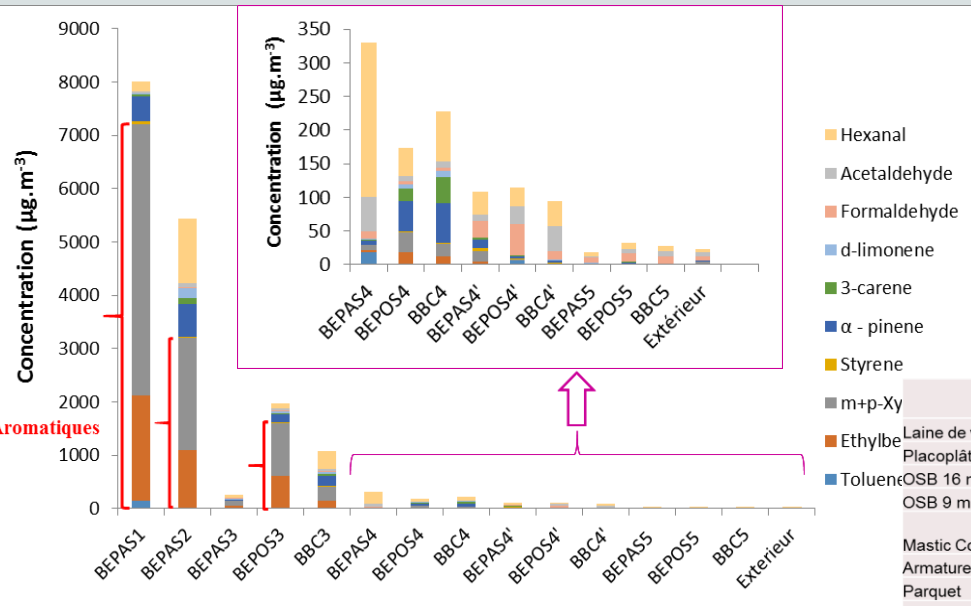
## Suivi QAI de 3 maisons tests à ossature bois à différents stades de construction :

- Stade 1: mise hors d'air du bâtiment (mur, couvert...)
- Stade 2: Après placement de l'isolant et du pare-vapeur,
- Stade 3: Après pose des cloisons + corps de métier secondaires
- Stade 4: Après finitions (pose du revêtement du sol, peintures, ...),
- Stade 4': Après mise en route de la ventilation,
- Stade 5: Après ameublement.



Analyse de l'air **ET** de la surface des matériaux

16 COV dont ceux de la liste « Etiquetage »



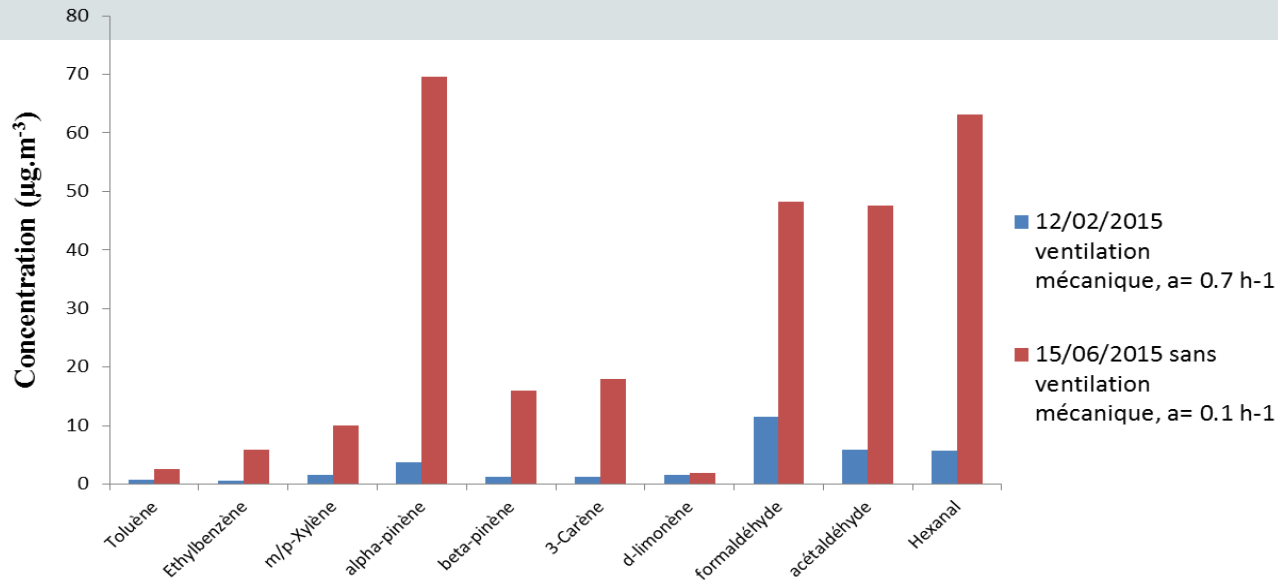
## Evolution des concentrations de COV durant la construction

	Toluène	m+p-xylènes	EthylB	styrène	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Hexanal	$\alpha$ -pinène	d-limonène	3-carene
Laine de verre P45					1,9	7,4				
Placoplâtre BA13					2,6	5,9				
OSB 16 mm					33	7,2	0,78			
OSB 9 mm				0,79	6,9	4,9	12,7	1,9	0,72	0,8
Mastic Colle PU	2,6	2447	995	9,9	11,6	1,9	0,54			
Armature Bois					3,6		25,3	2,6	1,3	
Parquet	0,8			0,88	134	4,2	4,4	1,6	0,59	0,81
Plinthe					17,8	4,0	1,5			
Tasseau					0,92	0,63	1,29	10,1	5,5	5,1
Phaltex					5,3	4,1	3,4			
Assourd					5,0					
Pare-vapeur					0,61					
Pare-vapeur plafond					3,0	2,4				
Laine de verre 100mm mur ext					4,96					
Laine de verre 220mm mur ext					0,9					
Laine de verre soufflée					1,11		7,1			
Peinture Plafond		1,8		2,1	107	45	16,5		1,6	
Peinture Mur		1,33	3,5	12,3	69	32			9,9	
Enduit de rebouchage					29	3,8	0,60			
Enduit de lissage					6,0	2,6	1,15			

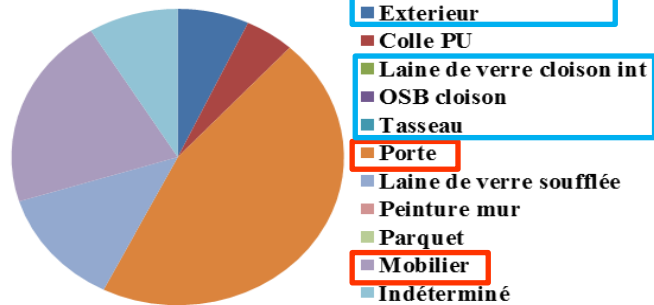
Emissions de COV des 20 matériaux constitutifs des enveloppes à J+3 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ )

# BÂTIMENT EN USAGE: EFFET DE LA VENTILATION SUR LA QAI ET LA CONTRIBUTION DES MATÉRIAUX

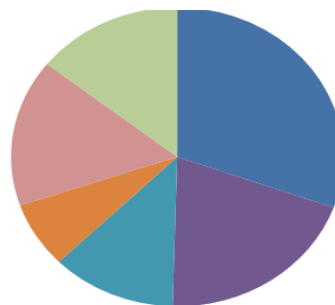
## COV dans l'air intérieur



### Sans ventilation



### Avec ventilation



## Contribution des matériaux (modèle CMB)

## En résumé...

### Les méthodes de mesure in-situ des échanges matériaux/air permettent:

- d'identifier les sources de pollution,
- de les hiérarchiser
- de quantifier leurs contribution à la QAI

### Projet COVBAT-BOIS:

- Importance de l'étude des **phases « chantier »** (introduction des sources de polluants)
- Importance de la **ventilation** sur la contribution des matériaux à la QAI