

Évaluation des performances de systèmes et matériaux photocatalytiques commerciaux: étude en laboratoire et en conditions réelles.

N. Costarramone, C. Cantau, V. Desauziers, C. Pécheyran, T. Pigot, S. Lacombe



IPREM - UMR CNRS 5254 , Université de Pau et Pays de l'Adour
Hélioparc, 2 Av. du Président Angot, BP 1153,
64 053 Pau cedex, France
nathalie.costarramone@univ-pau.fr
sylvie.lacombe@univ-pau.fr



ARMINES-C2MA pôle RIME,
Hélioparc, 2 Av. du Président Angot, BP 1153,
64 053 Pau cedex, France



NOBATEK, 67 Rue de Mirambeau, 64600
Anglet, France

Adebiotech 28 juin 2017
 Paris

Contexte et objectifs du projet

- De nombreux matériaux et systèmes de purification de l'air à fonction photocatalytique sont aujourd'hui disponibles sur les marchés français/européen,
- Ces dispositifs sont-ils réellement efficaces et sûrs ?



- Comment ont été testés ces matériaux/systèmes ?
- Les informations ne sont pas très claires dans les notices techniques,
- Référence à des tests réalisés dans différents laboratoires, mais ces tests ne sont pas normalisés

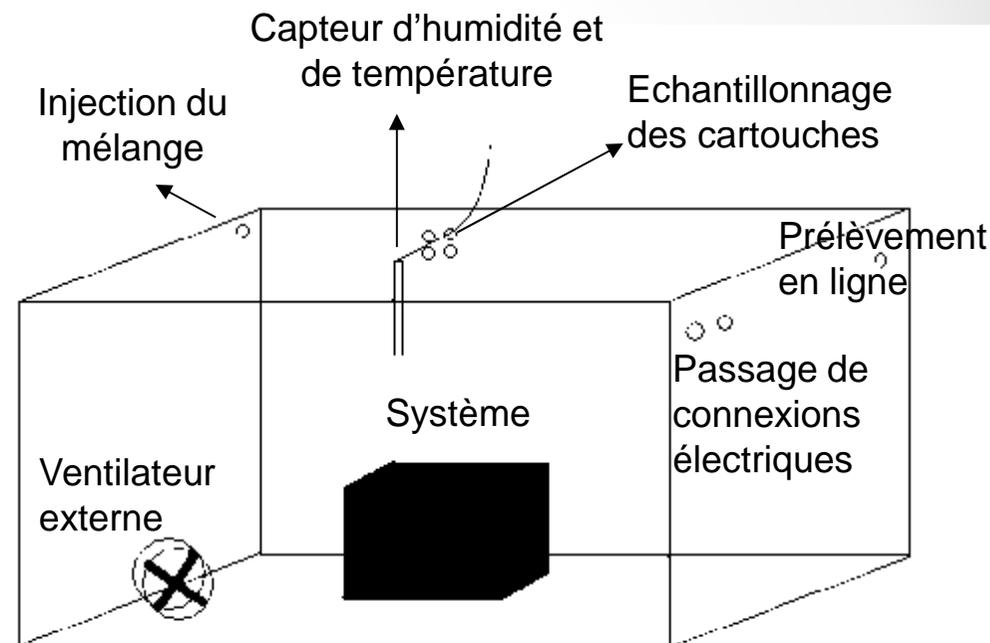


- ✓ Réaliser des tests normalisés avec les matériaux/purificateurs d'air photocatalytiques
- ✓ Obtenir des données en conditions réelles d'utilisation

Systemes photocatalytiques seuls ou combinés: Principe des normes pour les tests en enceinte fermée (AFNOR XP B44-013 et PR NF EN 16846-1)

Conditions

- Polluants : acétaldéhyde, acétone, n-heptane, toluène (formaldéhyde ajouté pour CEN)
- Air ambiant à deux concentrations
1 : 250 ppbv/polluants (50 ppbv pour CEN)
(suivi des sous-produits)
2 : 1000 ppbv/polluant
(suivi du CO₂)
- Humidité et température de départ:
50 ± 5 % HR et 22 ± 2° C (peuvent varier durant le test)
- Volume total d'échantillonnage :
< 5% du volume total de l'enceinte (50 L/m³)



Enceinte fermée: $V > 1 \text{ m}^3$

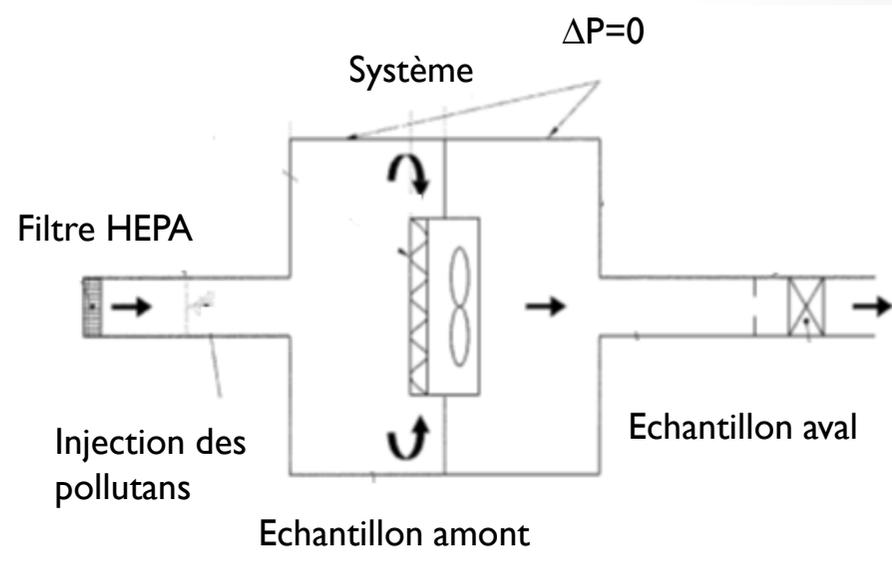
Système : débit max $1000 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V_{\text{système}}/V_{\text{chambre}} \leq 0,25$
($< 0,1$ pour CEN)

Tout type d'épurateur d'air autonome : Principe de la norme pour les tests en enceinte (AFNOR NF B44-200)

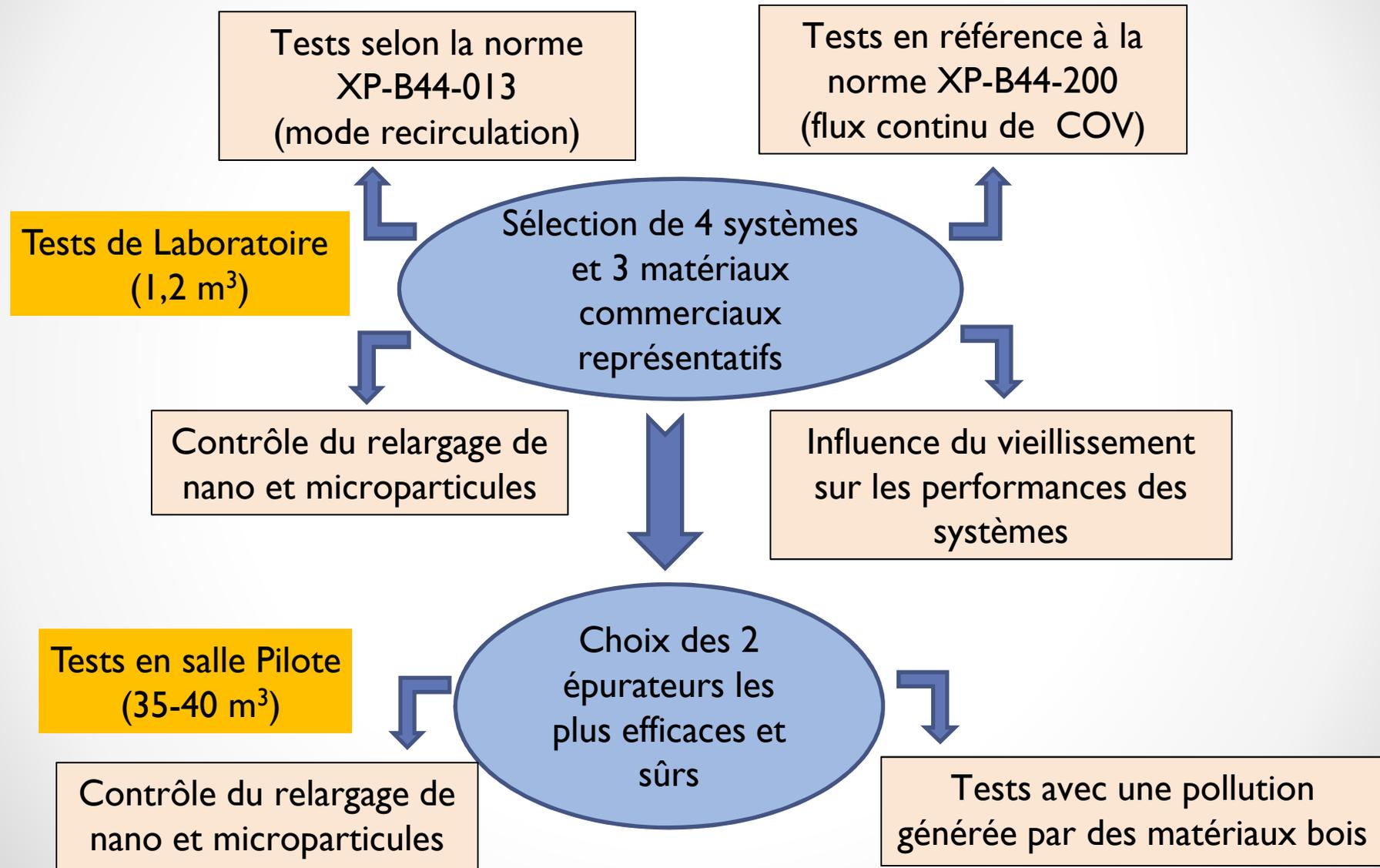
Mesure de l'efficacité de dispositifs vis-à-vis de divers contaminants :
Gaz/ particules/ microorganismes/ allergènes

Conditions

- **Polluants (gaz) :**
formaldéhyde, acétaldéhyde, acétone, n-heptane, toluène (générés en continu)
- **Concentrations :**
50 à 150 ppbv/polluants (suivi des sous-produits : O₃, HCHO, CO, NO, NO₂)
- **Humidité et température :**
50 ± 5 % HR et 22 ± 2 °C
- **Filtration de l'air introduit:**
filtre HEPA (NF EN 1822-1 et filtre CA)



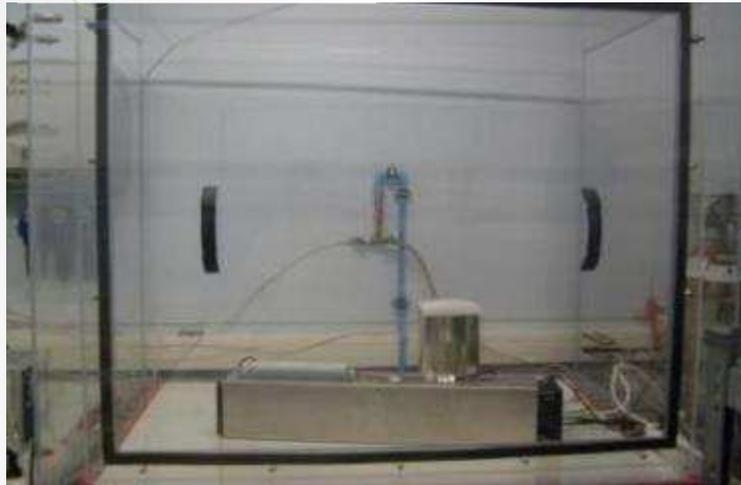
Déroulement de l'étude



Moyens mis en oeuvre



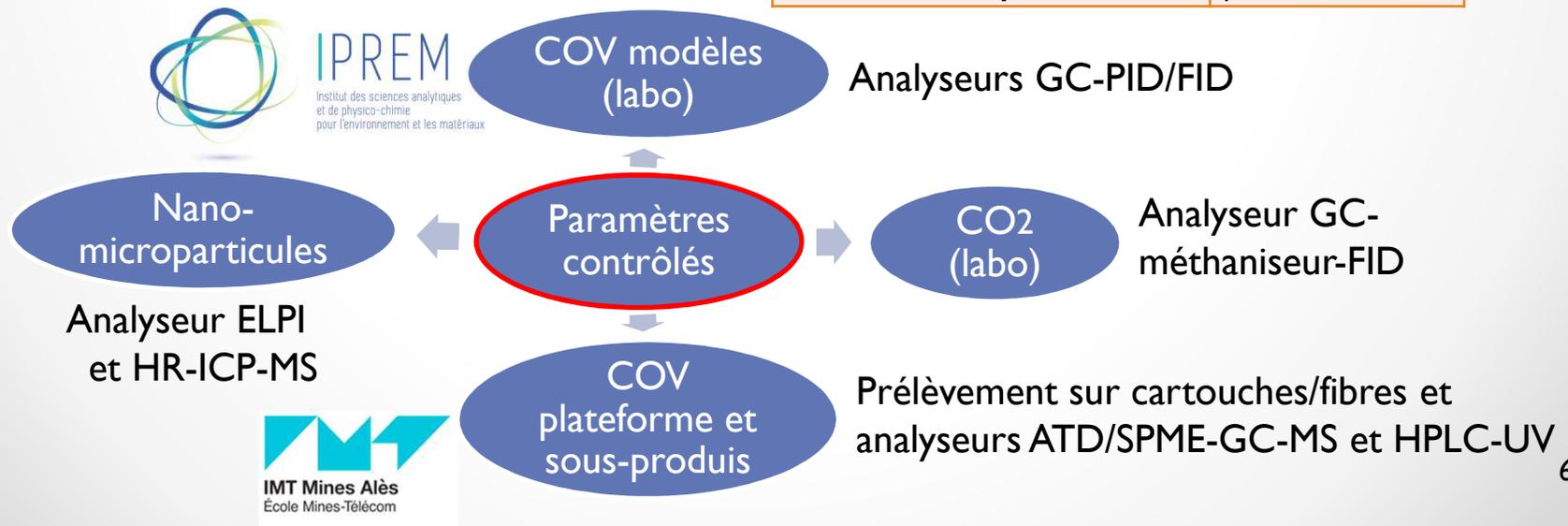
1,17 m³



Salle BEF : 35 m³



Température	20 °C ± 1°C
Taux de renouvellement de l'air	0,5 vol/h ± 0,1 vol/h
Simulation de la pollution	panneaux OSB



Principaux résultats-étude laboratoire

Systeme	E1	E8	E10	E15
Lampe	UVC	UVA	Non spécifié	UVC
Fonction additionnelle	Filtre CA Ioniseur	Filtre	Filtre Ioniseur	Filtre CA
Débit max (m ³ h ⁻¹)	230	250	420	160
Emission de COV par le système seul	Oui	Non	Oui	Non
Emission de sous-produits - test COV	Oui	Non	Oui	Non
COV dégradés (%)	<20	>99	48 à 99	>99
Minéralisation (%)	<5	>99	<5	-----
Emission d'ozone	Non	Non	Non	Non
Emission de NOx	-----	Oui	Oui	Non
Emission de micro/nano particules	Non	Non	Non	Non



2 systèmes efficaces / 2 systèmes inefficaces et peu sûrs

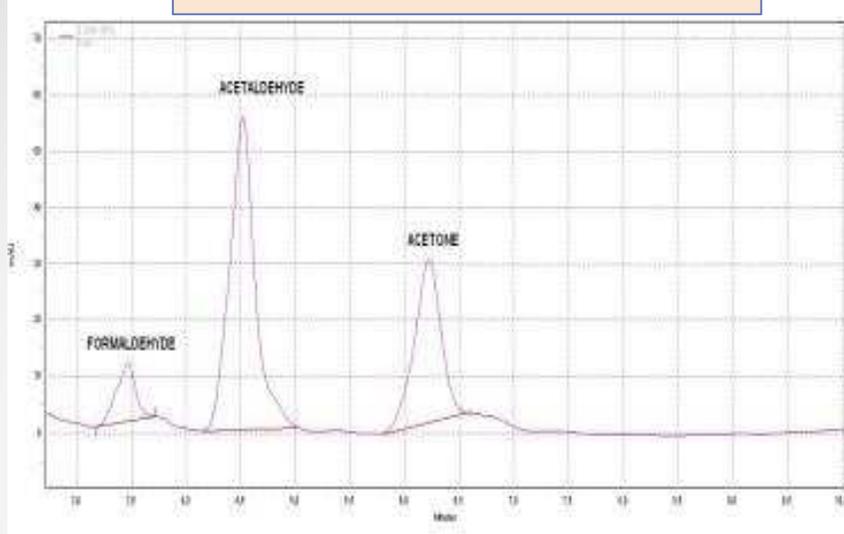
Matériau	C5	P2	P3
Nature du matériau	Carrelage	Peinture	Peinture
Irradiation	Visible/UVA	Visible/UVA	Visible/UVA
Emission de COV par le matériau seul	Non	Non	Non
Emission de CO ₂ par le matériau seul	Non	Non	Oui
Dégradation des COV	Non	Non	Oui
Emission de micro/nano particules	Non	Non	Non



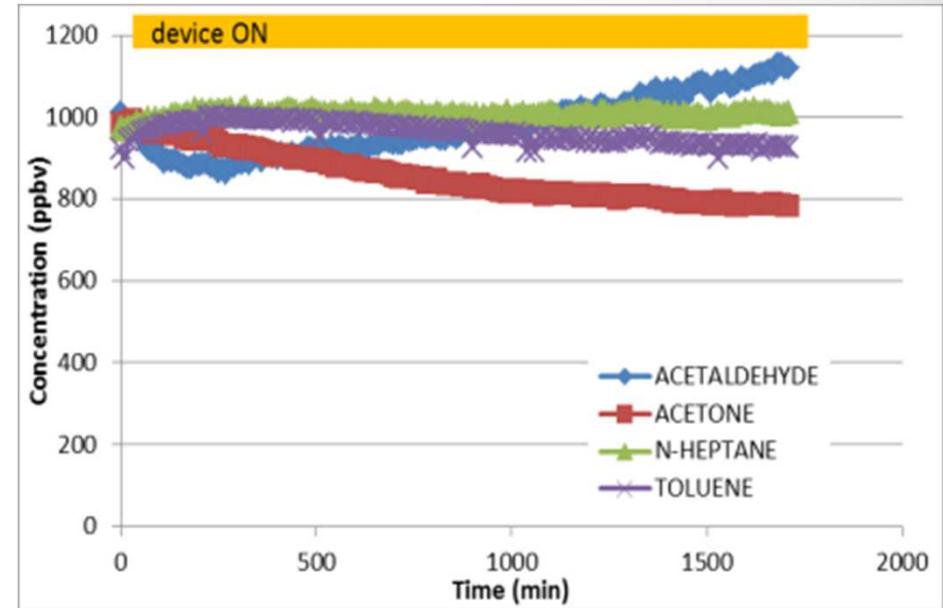
1 matériau efficace sous UVA / 2 matériaux inefficaces

Exemple de résultats pour le système E1

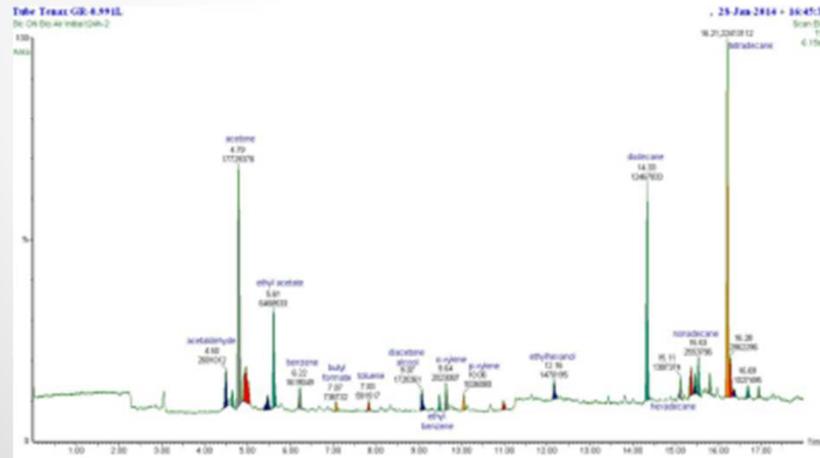
Sans COV ajouté



Avec 4 COV \approx 1 ppm



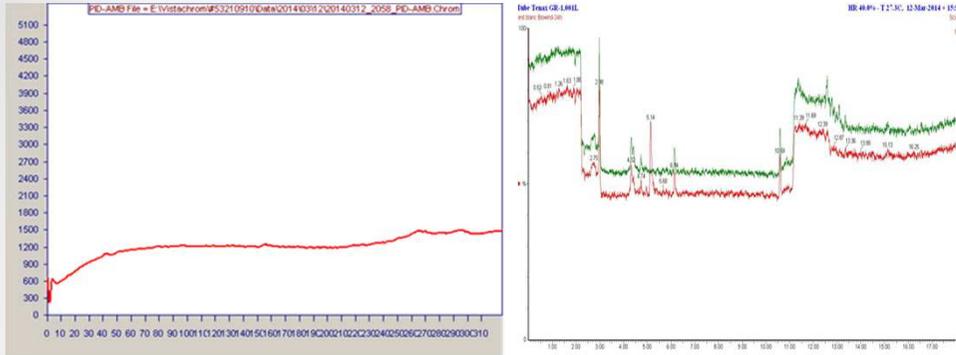
Pas de diminution significative des COV quand le système est ON



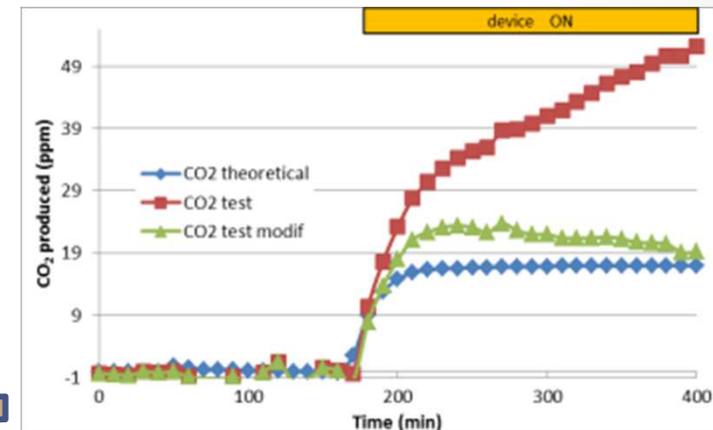
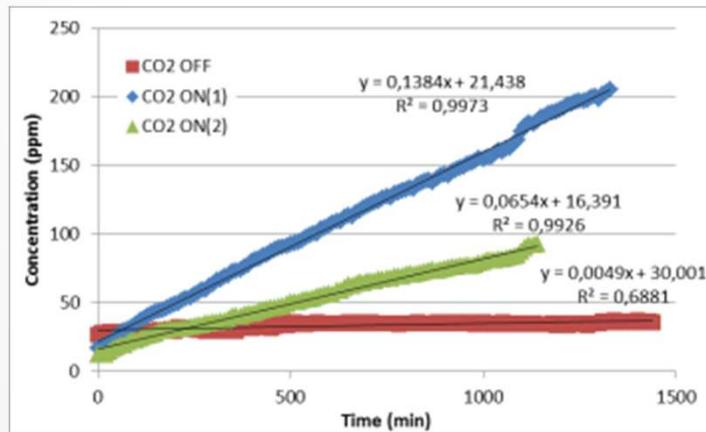
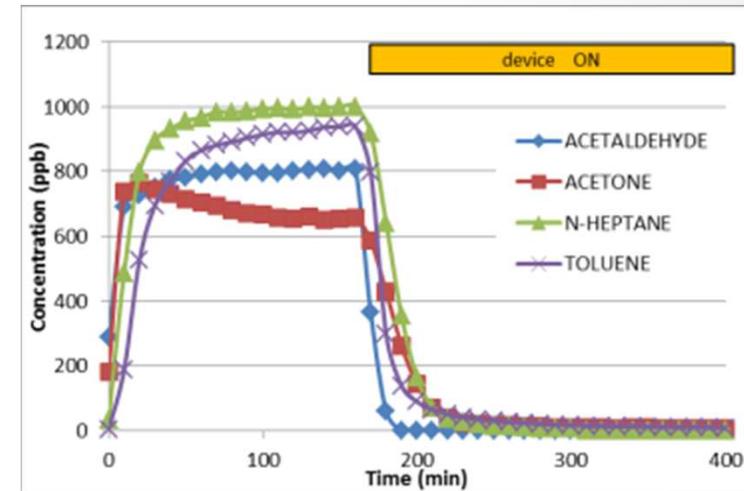
Formaldéhyde/acétaldéhyde/acétone et autres COV émis par le réacteur

Exemple de résultats pour le système E8

Sans COV ajouté



Avec 4 COV \approx 1 ppm

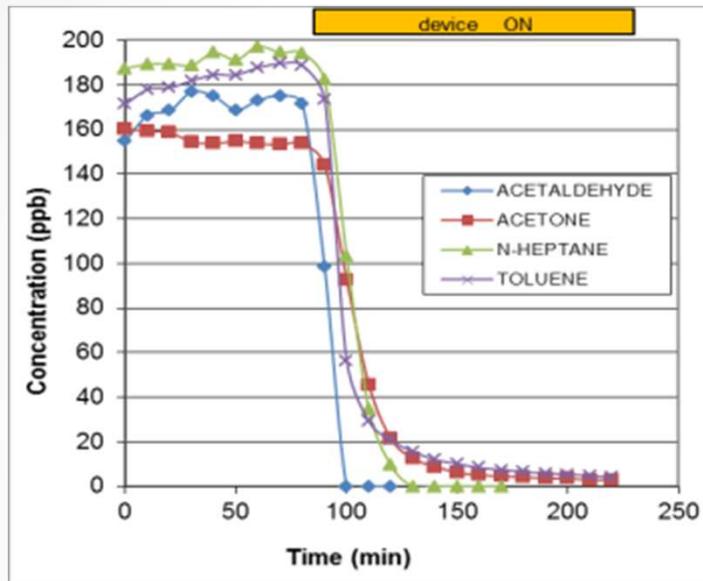


Pas de relargage de COV par le système mais CO₂ produit par le système (diminue avec le temps): interfère avec le CO₂ de minéralisation

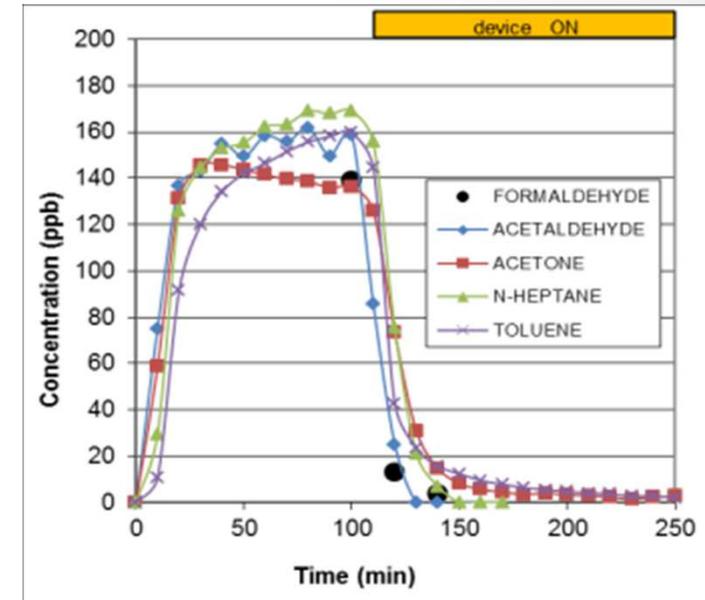
Élimination complète des 4 COV avec le système ON – Minéralisation totale

Exemple de résultats pour le système E8

4 COV \approx 250 ppb



5 COV \approx 250 ppb



Temps (après start)	Formaldéhyde test 1	Formaldéhyde test 2
T 5-20 min	-----	14 ppb
T 15-30 min	8 ppb	-----
T 30-45 min	-----	5 ppb
T 45 min-1h	<DL	-----



Formaldéhyde : seul sous-produit transitoire détecté en faible quantité



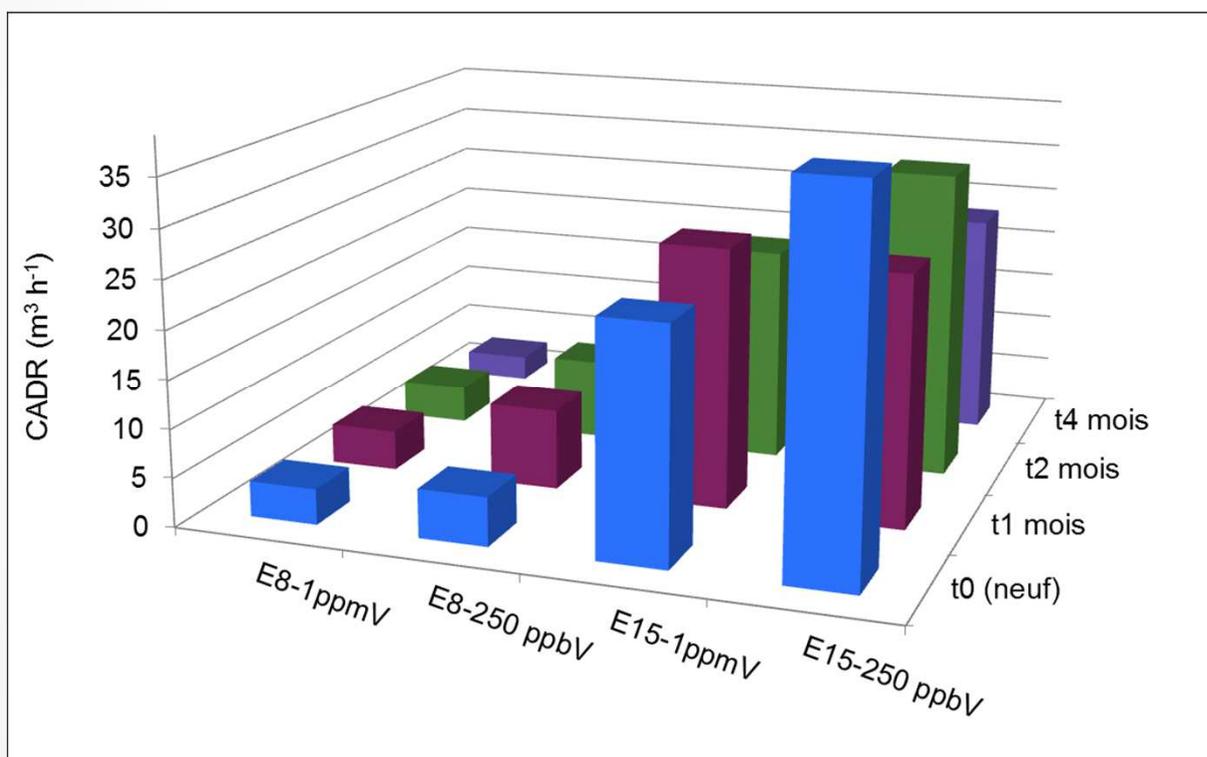
Elimination complète des 5 COV incluant HCHO avec le système ON

Comparaison des systèmes les plus efficaces E8 et E15

Détermination du "Clean Air Delivery Rate" : CADR

$\ln(C/C_0) = -(k_n + \text{CADR}/V) \cdot t$ avec $k_n = 0$ si pas de fuite/adsorption

$\rightarrow \ln(C/C_0) = f(t) \rightarrow \text{pente} = -\text{CADR}/V$



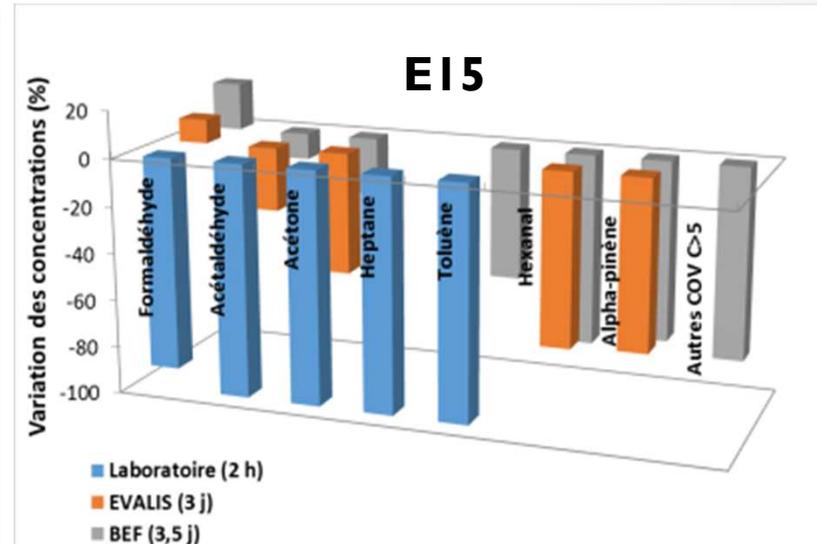
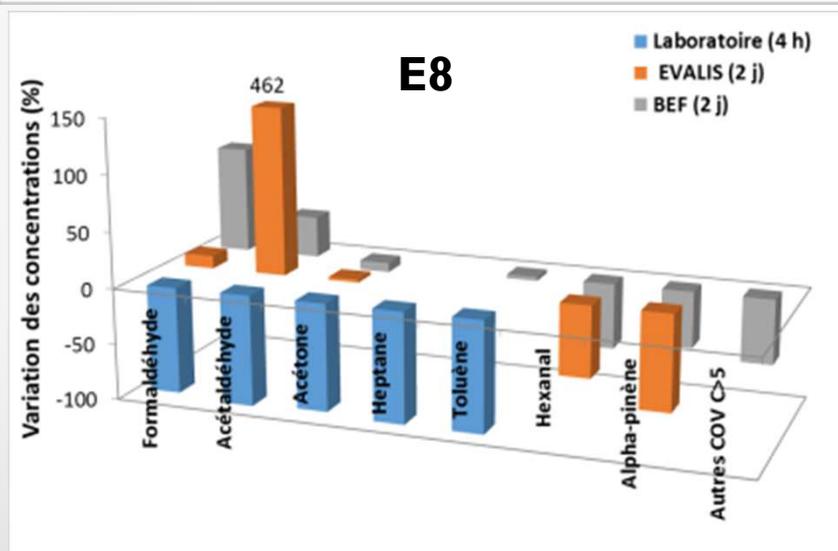
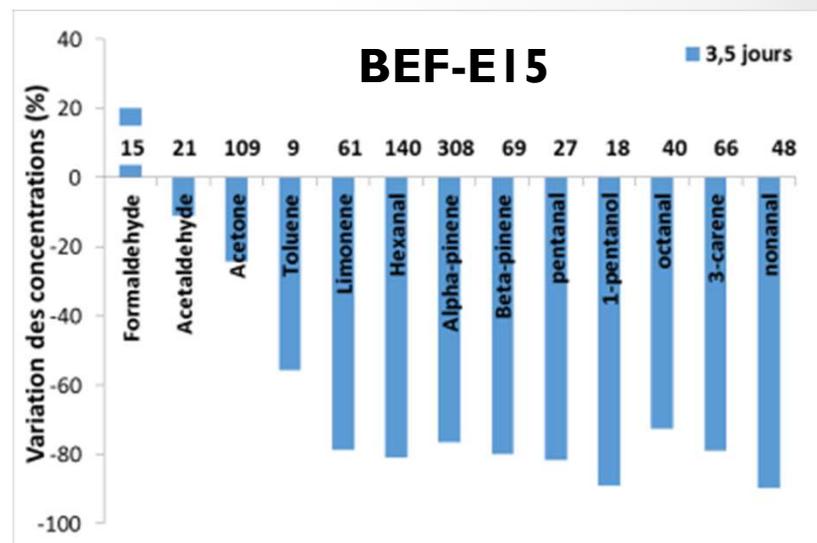
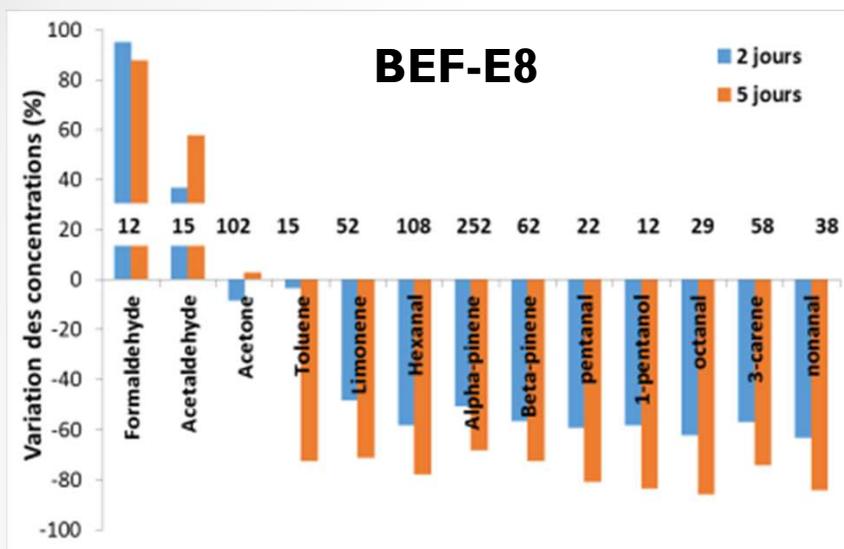
Norme XP-B44-013

E8: UVA 5,7/2,2 mW.cm⁻²

E15: UVC 11,0 mW.cm⁻²

CADR	E8-1ppmV	E8-250 ppbV	E15-1ppmV	E15-250 ppbV
t ₀ (neuf)	3,65	5,01	23,9	38,5
t ₄ mois	2,64	5,67	17,1	23,2

Principaux résultats-étude plateforme



Sur plateforme, élimination quantitative des COV les plus lourds.
Les COV les plus légers plus difficiles à dégrader.

Equipement pour la mesure de nano-microparticules

Air comprimé de qualité
ISO8573-1 Class 1.1.1
Particules < 0.1 μm

Impacteur électrique
basse pression (ELPI)

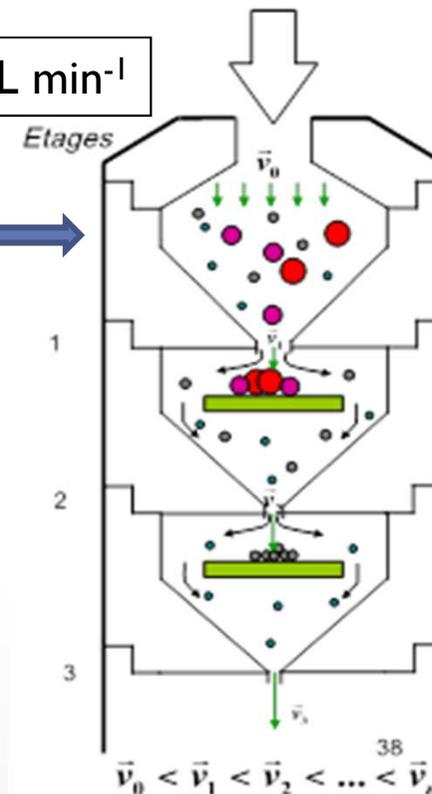


Filtre
0,01 μm



10 L min⁻¹

Etages

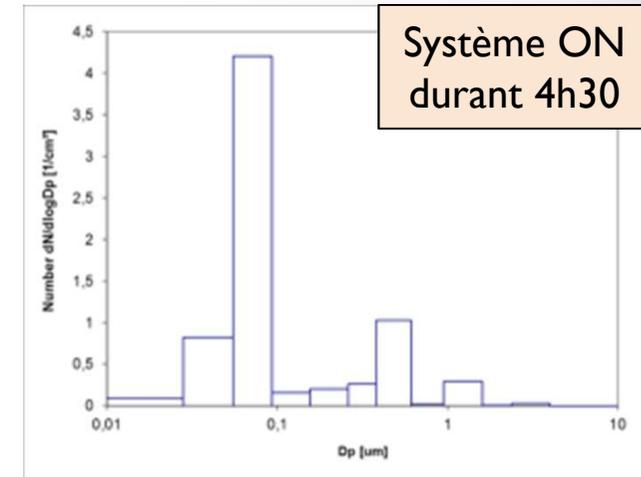
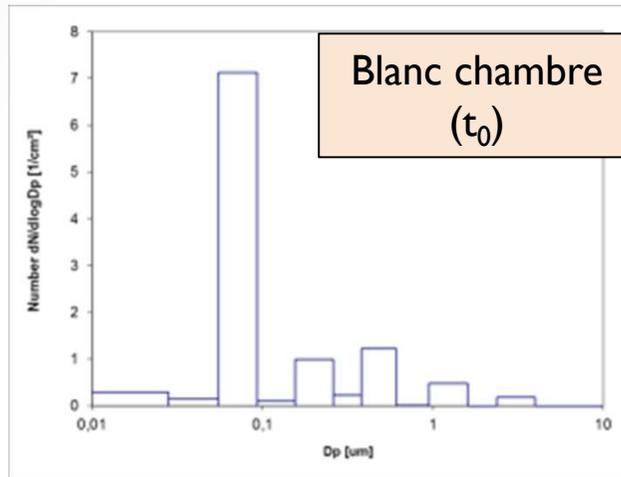


Collection de particules
selon la taille

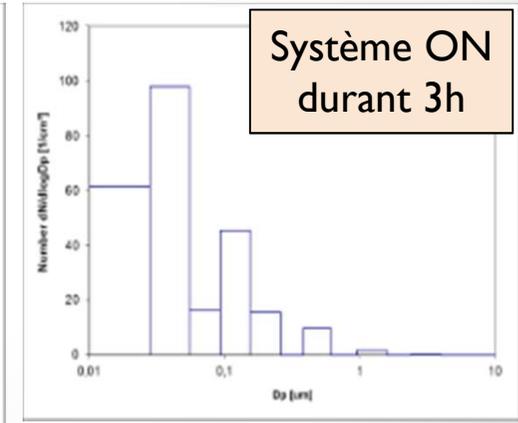
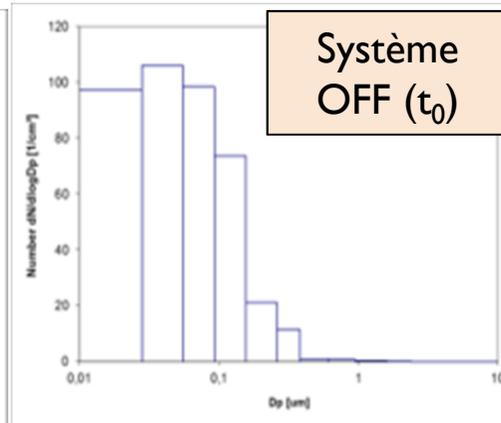
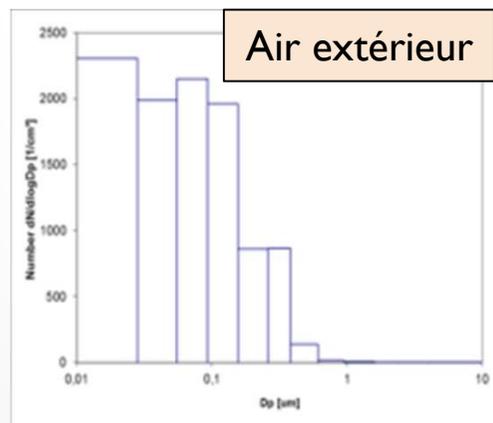
13 étages :
7 nm – 10 μm

Exemples de mesure de nanoparticules : distribution moyenne des nano et microparticules

E15
laboratoire



E15
Plateforme



Aucune émission de nanoparticules quantifiable par tous les systèmes testés E1/E8/E10/E15, ni par les peintures

Conclusion

- Comparaison possible de systèmes et matériaux photocatalytiques commerciaux et innovants à l'échelle laboratoire avec des tests normalisés,
- Utilité des tests normalisés pour éliminer les systèmes/matériaux mis sur le marché inefficaces et peu sûrs pour le consommateur,
- **Certification nécessaire pour ces produits commerciaux (Certifications existantes NF-536 et ETV)**
- Etude du vieillissement des systèmes ainsi que du relargage de nanoparticules pour connaître l'évolution des performances dans le temps,
- En conditions réelles avec des systèmes efficaces (préalablement testés en laboratoire): diminution importante des concentrations en COV les plus lourds. Résultats plus contrastés sur les COV les plus légers (formaldéhyde, acétaldéhyde).

Merci pour votre attention



Merci à l'ADEME pour le soutien financier au projet SafePHOTOCAT

Pour en savoir plus :

Rapport ADEME (2015)

<http://www.ademe.fr/traitement-lair-interieur-photocatalyse>

**Costarramone N, Kartheuser B, Pécheyran C, Pigot T, Lacombe S,
Catal. Today. 252, 35-40 (2015)**

**Costarramone N, Cantau C, Desauziers V., Pécheyran C, Pigot T, Lacombe S,
Environmental Science and Pollution Research, 24 (14), 12538-12546
(2017)**