



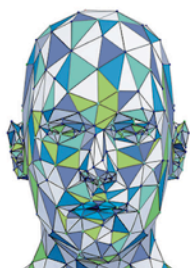
François MAUPETIT

Chef de division Physico-Chimie
Source et transferts de polluants
Direction Santé Confort

CSTB
le futur en construction



LA PHOTOCATALYSE, CÔTÉ PRODUITS ET CÔTÉ SYSTÈMES



DÉFIS BÂTIMENT SANTÉ PARIS, JUIN 2017 **LA SANTÉ, MOTEUR D'INNOVATIONS DU BÂTIMENT**

Quelles stratégies pour améliorer la QAI ?

- ❑ **Contrôle des sources de pollution intérieures**
- ❑ **Optimisation des conditions d'aération**
- ❑ **Épuration de l'air intérieur**
 - Quelle efficacité ?
 - Sans risque pour les occupants ?



Applications de la photocatalyse en intérieur

□ Un sujet déjà bien étudié dans les travaux de recherche

- Zhang et al. (Atm. Env. 45, 2011) :

Étude bibliographique sur 59 articles sélectionnés (sur 133)

- Aucune des techniques évaluées ne permet d'éliminer complètement tous les polluants de l'air intérieur
- Plusieurs techniques génèrent des sous-produits réactionnels
- Un système d'évaluation (label) serait nécessaire pour la comparaison et la sélection des meilleurs systèmes

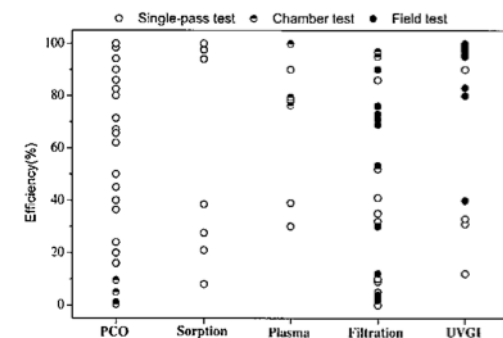


Fig. 3. Summary of reported efficiency values in the reviewed articles.



L'épuration par photocatalyse

□ Opportunité ou menace

pour la qualité de l'air intérieur ?

- Atelier de l'OQAI en 2012 (www.oqai.fr)

- ↑ **Efficacité potentielle sur COV, gaz (NO_x, O₃) et micro-organismes**

- ↓ **Efficacité globale non démontrée systématiquement,**

- produits commercialisés non évalués,

- impact énergétique potentiellement important,

- apparition de sous-produits réactionnels

- ⇒ **Nécessité d'évaluer les systèmes,** de poursuivre les études *in situ*, de maîtriser les sources et d'aérer avant tout



Test de 5 épurateurs présents sur le marché

□ Tokarek et al. (ERS, 10, 2011)

- 5 épurateurs avec photocatalyse testés en chambre d'essai
- 3 produisent O₃ et/ou NOx (sans pollution à traiter)
- Efficacité variable selon polluant testé et diminuant après usage
 - Limonène (-)
 - Toluène (=)
 - Formaldéhyde (+)

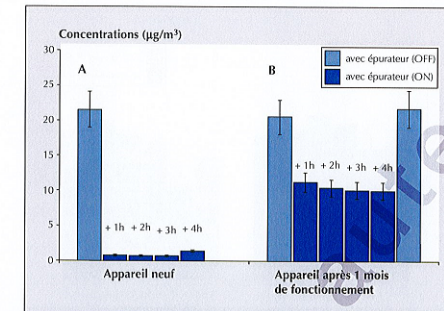


Figure 3. Concentrations de limonène à la sortie de la chambre d'essai à un débit de 220 m³/h.
Figure 3. Toluene concentrations at the exit from the test room at a flow rate of 220 m³/h.
A) en présence de l'appareil d'épuration neuf ; B) après avoir fonctionné pendant un mois en continu.
A) when the new purifier was running; B) after continuous operation for a month.

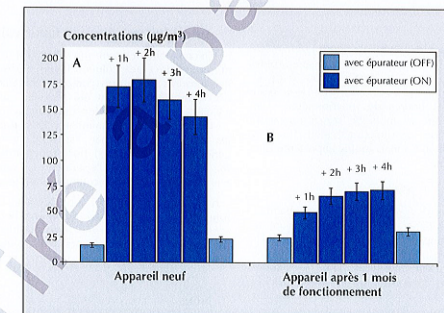
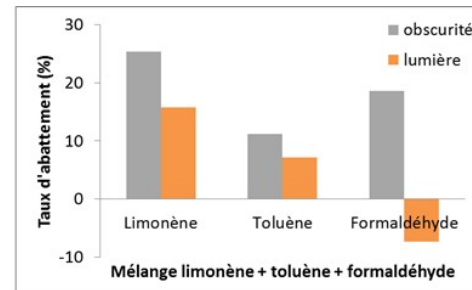
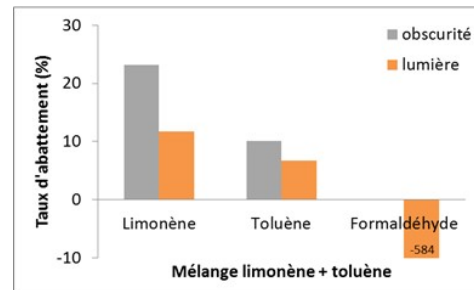


Figure 4. Concentrations de formaldéhyde à la sortie de la chambre d'essai à un débit de 220 m³/h.
Figure 4. Formaldehyde concentrations at the exit from the test room at a flow rate of 220 m³/h.
A) en présence de l'appareil d'épuration neuf ; B) après avoir fonctionné pendant un mois en continu.
A) when the new purifier was running; B) after continuous operation for a month.

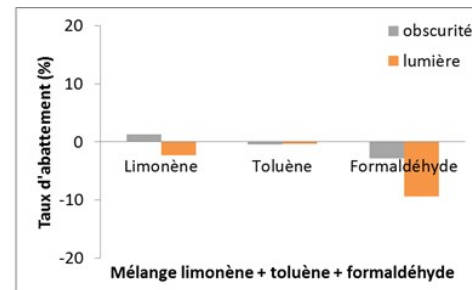
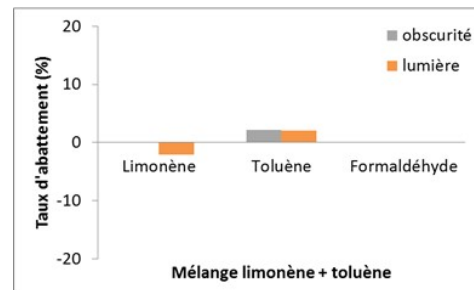
Test de matériaux présents sur le marché

□ **Projet IMP-AIR, CSTB-CEA (APR PRIMEQUAL, 2016)**

- Tests en chambre d'essai avec lumière visible
- 1 peinture photocatalytique



- 1 carrelage photocatalytique



Des normes d'essai sont disponibles

□ Norme NF B 44-200 (2016)

▪ Epurateurs d'air autonomes (pas spécifiques photocatalyse)

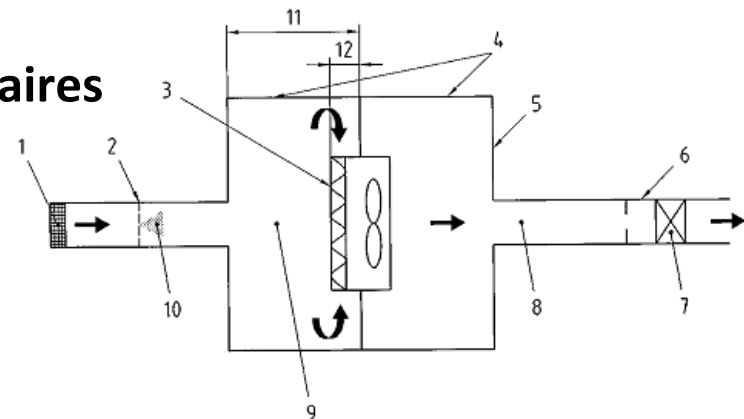
○ Méthode sur banc d'essai : performances intrinsèques

- Puissance électrique totale
- Débit d'air (calcul du débit d'air épuré)

○ Méthode sur banc d'essai : performances d'épuration

- Polluants gazeux (mélange): acétone, acétaldéhyde, formaldéhyde, heptane, toluène
- Micro-organismes : bactérie (*Staphylococcus epidermitis*) et champignon (*Aspergillus niger*)
- Allergènes : allergènes de chat Feld 1
- Particules inertes

○ Recherche des produits intermédiaires de réaction: O_3 , CO , NO , NO_2

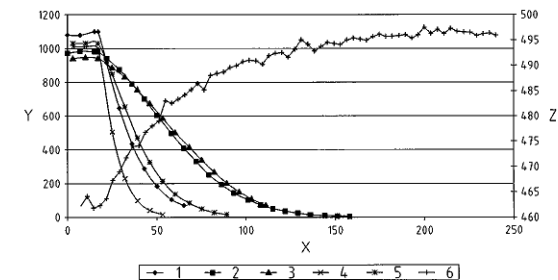


Des normes d'essai sont disponibles

☐ Norme XP B 44-013 (2009)

▪ Test en enceinte confinée en recirculation

- Systèmes photocatalytiques d'épuration débit max 1000 m³/h
- Enceinte volume min 1 m³
- Mélange de polluants :
 - acétone, acétaldéhyde, heptane et toluène
 - 250 ppbv: recherche sous-produits réactionnels (ALD, COV, O₃)
 - 1000 ppbv: mise en évidence effet photocatalytique (minéralisation COV en CO₂)



Légende

1	Acétaldéhyde	6	CO ₂
2	Acétone	X	Temps (min)
3	Heptane	Y	Concentration (ppbv)
4	o-xylène	Z	CO ₂ (ppmv)
5	Toluène		



Une nouvelle certification des épurateurs d'air

□ NF Épurateurs d'air (www.certita.fr)

- Essais basés sur XP B 44-013 et NF 44-200
- Caractéristiques certifiées
 - **À la vitesse max de fonctionnement**
 - Efficacité d'épuration
 - Particules inertes
 - Polluants gazeux (formaldéhyde, acétaldéhyde, toluène, etc.)
 - Micro-organismes (bactéries et moisissures)
 - Allergènes de chat (Fel D1)
 - Efficacité énergétique
 - Surface de la pièce recommandée par polluant
 - **À une ou plusieurs vitesses de fonctionnement**
 - Débit d'air brassé
 - Consommation d'énergie
 - Niveau de puissance acoustique



Conclusions

- ❑ **Les actions de contrôle des sources de pollution intérieures et d'aération doivent être privilégiées** avant d'envisager une stratégie d'épuration de l'air intérieur
- ❑ **La photocatalyse est une technologie utilisable en air intérieur, mais présente des inconvénients :**
 - faible niveau UV
 - mélange de polluants
 - sous-produits réactionnels
- ❑ **Des procédures d'évaluation des systèmes d'épuration (normes d'essai, certification) sont disponibles, mais encore peu utilisées**
- ❑ **Pas de procédures d'évaluation des performances des produits photocatalytiques**



Merci de votre attention

CSTB
le futur en construction



DÉFIS BÂTIMENT SANTÉ PARIS, JUIN 2017 **LA SANTÉ, MOTEUR D'INNOVATIONS DU BÂTIMENT**