



Les matériaux actifs, une solution pour le contrôle de la qualité de l'air intérieur ?

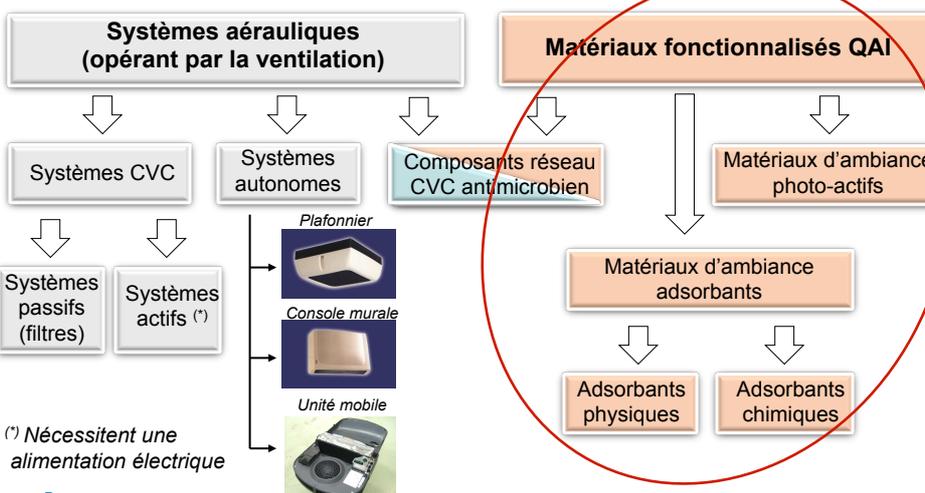
Patrice Blondeau

Les Défis Bâtiment & Santé, Angers, 24 Mai 2012

Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement - FRE CNRS 3474
Université de La Rochelle

1

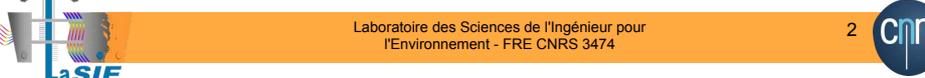
Solutions d'épuration de l'air intérieur



```

    graph TD
      A[Systèmes aérauliques (opérant par la ventilation)] --> B[Matériaux fonctionnalisés QAI]
      A --> C1[Composants réseau CVC antimicrobien]
      A --> C2[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C3[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C4[Adsorbants physiques]
      A --> C5[Adsorbants chimiques]
      A --> C6[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C7[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C8[Adsorbants physiques]
      A --> C9[Adsorbants chimiques]
      A --> C10[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C11[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C12[Adsorbants physiques]
      A --> C13[Adsorbants chimiques]
      A --> C14[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C15[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C16[Adsorbants physiques]
      A --> C17[Adsorbants chimiques]
      A --> C18[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C19[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C20[Adsorbants physiques]
      A --> C21[Adsorbants chimiques]
      A --> C22[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C23[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C24[Adsorbants physiques]
      A --> C25[Adsorbants chimiques]
      A --> C26[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C27[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C28[Adsorbants physiques]
      A --> C29[Adsorbants chimiques]
      A --> C30[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C31[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C32[Adsorbants physiques]
      A --> C33[Adsorbants chimiques]
      A --> C34[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C35[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C36[Adsorbants physiques]
      A --> C37[Adsorbants chimiques]
      A --> C38[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C39[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C40[Adsorbants physiques]
      A --> C41[Adsorbants chimiques]
      A --> C42[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C43[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C44[Adsorbants physiques]
      A --> C45[Adsorbants chimiques]
      A --> C46[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C47[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C48[Adsorbants physiques]
      A --> C49[Adsorbants chimiques]
      A --> C50[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C51[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C52[Adsorbants physiques]
      A --> C53[Adsorbants chimiques]
      A --> C54[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C55[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C56[Adsorbants physiques]
      A --> C57[Adsorbants chimiques]
      A --> C58[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C59[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C60[Adsorbants physiques]
      A --> C61[Adsorbants chimiques]
      A --> C62[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C63[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C64[Adsorbants physiques]
      A --> C65[Adsorbants chimiques]
      A --> C66[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C67[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C68[Adsorbants physiques]
      A --> C69[Adsorbants chimiques]
      A --> C70[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C71[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C72[Adsorbants physiques]
      A --> C73[Adsorbants chimiques]
      A --> C74[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C75[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C76[Adsorbants physiques]
      A --> C77[Adsorbants chimiques]
      A --> C78[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C79[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C80[Adsorbants physiques]
      A --> C81[Adsorbants chimiques]
      A --> C82[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C83[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C84[Adsorbants physiques]
      A --> C85[Adsorbants chimiques]
      A --> C86[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C87[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C88[Adsorbants physiques]
      A --> C89[Adsorbants chimiques]
      A --> C90[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C91[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C92[Adsorbants physiques]
      A --> C93[Adsorbants chimiques]
      A --> C94[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C95[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C96[Adsorbants physiques]
      A --> C97[Adsorbants chimiques]
      A --> C98[Matériaux d'ambiance photo-actifs]
      A --> C99[Matériaux d'ambiance adsorbants]
      A --> C100[Adsorbants physiques]
      A --> C101[Adsorbants chimiques]
  
```

(*) Nécessitent une alimentation électrique



Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement - FRE CNRS 3474
Université de La Rochelle

2

Matériaux photo-actifs



- Utilisés depuis longtemps dans la construction et l'aménagement urbain (matériaux autonettoyants): enduits de façade, vitrages, ...
- Essentiellement des matériaux de revêtement pour les applications intérieures:
 - ▷ Peintures
 - ▷ Papiers peints
 - ▷ Carrelage grès cérame
 - ▷ Plan de travail de cuisine

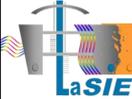
Intégrant des (nano) particules de TiO_2



□ Le semi-conducteur (TiO_2) est dopé pour que l'effet photocatalytique puisse être initié par le rayonnement visible



produits Bio2Clean®



Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement - FRE CNRS 3474

3 

Matériaux photo-actifs

- Opèrent à température ambiante
- Action sur la pollution chimique (COV) et microbienne
 - ▷ Production d'ions et de radicaux libres qui, par une succession de réactions chimiques, contribuent à minéraliser les COV à la surface du matériau

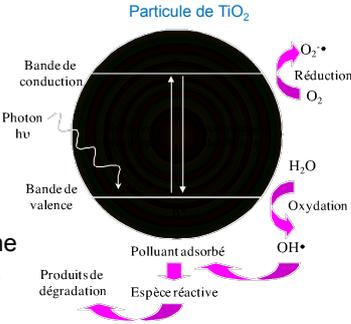
$$C_xH_yO_z + O_2^- \cdot + OH \cdot \longrightarrow \text{Produits intermédiaires} \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

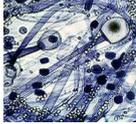
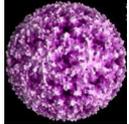
- ▷ Les radicaux libres et certains produits issus de leur recombinaison sont de puissants biocides

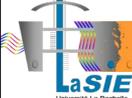
$$O_2^- + H^+ \rightarrow HO_2 \cdot$$

$$2 O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$$

↓
Peroxyde d'hydrogène





Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement - FRE CNRS 3474

4 

Matériaux photo-actifs



Les études scientifiques indépendantes mettent en avant un impact très limité sur la QAI ... voire un impact négatif !(*)

Faible efficacité de conversion des COV émis dans l'air

- ▷ Intensité lumineuse insuffisante
- ▷ Désactivation progressive du catalyseur
- ▷ Pas d'effet de lessivage par la pluie

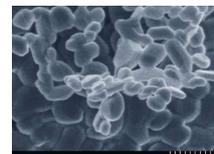


Image MEB de particules ultra-fines de TiO₂ agglomérées

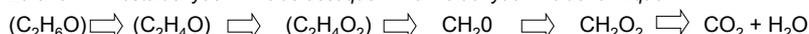
Production de composés secondaires toxiques:

- ▷ Correspondant à la minéralisation incomplète des polluants

Exemple: mécanisme de décomposition photocatalytique de l'acétone:



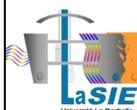
Ethanol Acétaldéhyde Acide acétique Formaldéhyde Acide formique



- ▷ Résultant de la photo-dégradation des matériaux eux-mêmes !!!



Questions concernant l'innocuité des nanoparticules de TiO₂ : effets cancérigène, reprotoxique et génotoxique démontrés chez l'animal



Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement - FRE CNRS 3474

5

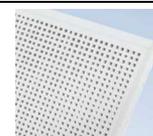


(*) Salthammer et Fuhrmann, 2007; Geng et al., 2008; Auvinen et Wirtanen, 2008; Geiss et al, 2012

Matériaux adsorbants physiques

Différents types de matériaux

- ▷ Knauf Cleaneo : dalles de plafond contenant de la zéolite
- ▷ Carreaux de plâtre pour cloisons contenant du charbon actif
- ▷ Fermacell Greenline : plaque de gypse et de cellulose enduite sur ses 2 faces d'une substance active à base de kératine

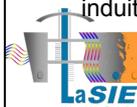
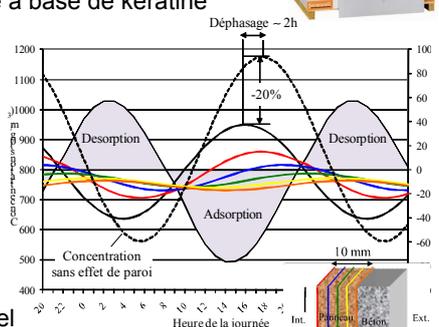


Les tests réalisés par les fabricants reflètent souvent mal l'efficacité qu'auront les matériaux dans la réalité

Aux temps longs, ces matériaux ne font qu'« étaler » la pollution

⇒ Possible intérêt pour les bâtiments à occupation discontinue

En de nombreuses circonstances, l'ajout de l'adsorbant ne modifie pas l'effet inertiel induit par le matériau



Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement - FRE CNRS 3474

6



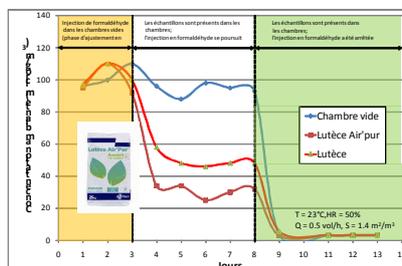
Matériaux adsorbants chimiques

Matériaux intégrant des « scavengers » qui réagissent chimiquement avec certaines familles de polluants

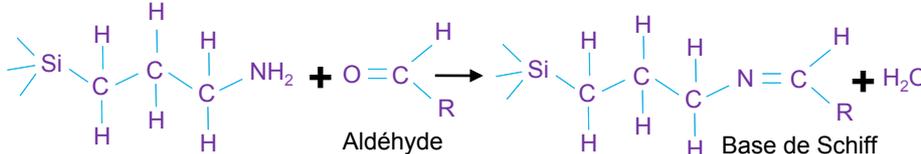
- ▷ Novelio Clean Air : toile à peindre
- ▷ Gamme Activ'Air de Placo : dalles de plafond, placo-plâtre, plâtre à gâcher

Potentiel d'épuration démontré mais des questions restent en suspens

- ▷ Maintien de l'efficacité dans le temps ?
- ▷ Emission de produits de réaction toxiques ?
- ▷ Degré d'irréversibilité de la réaction en conditions réelles d'usage ?



Tests en chambre environnementale mettant en évidence l'adsorption irréversible du formaldéhyde



Exemple de scavenger : zéolite Y intégrant une fonction amine (d'après Gunschera et al, 2011)

Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour
l'Environnement - FRE CNRS 3474

7



Conclusion

- Les matériaux épurants constituent une voie intéressante pour concilier QAI et performance énergétique
- Leur impact sur la QAI est limité par le transport des polluants jusqu'aux parois
- Différents types de matériaux et différents effets sur la QAI – Secret industriel ne permet toujours de savoir à quelle catégorie appartient un matériau
- Certains types de matériaux n'ont pour l'heure pas fait la preuve de leur efficacité
- Nécessité de normes permettant de juger objectivement de l'intérêt de ces matériaux fonctionnalisés



Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour
l'Environnement - FRE CNRS 3474

8

