

Congrès européen Ecotechnologies pour le futur

Atelier Qualité de l'air

Gaëlle BULTEAU – Département Climatologie – Aérodynamique – Pollution – Epuration

Traitement de l'air par oxydation
photocatalytique

Application à l'élimination des
composés organiques volatils

Elimination des polluants de l'air intérieur : quelles stratégies ?

Trois approches possibles :

q Limiter les sources d'émission

q Améliorer la ventilation

q Dépolluer l'air par un ou des procédés de traitement in situ

è Choix des matériaux pas toujours aisé,
impact de la ventilation sur le bilan énergétique

è R & D de procédés de traitement d'air

Quelles contraintes à respecter pour les dispositifs ?

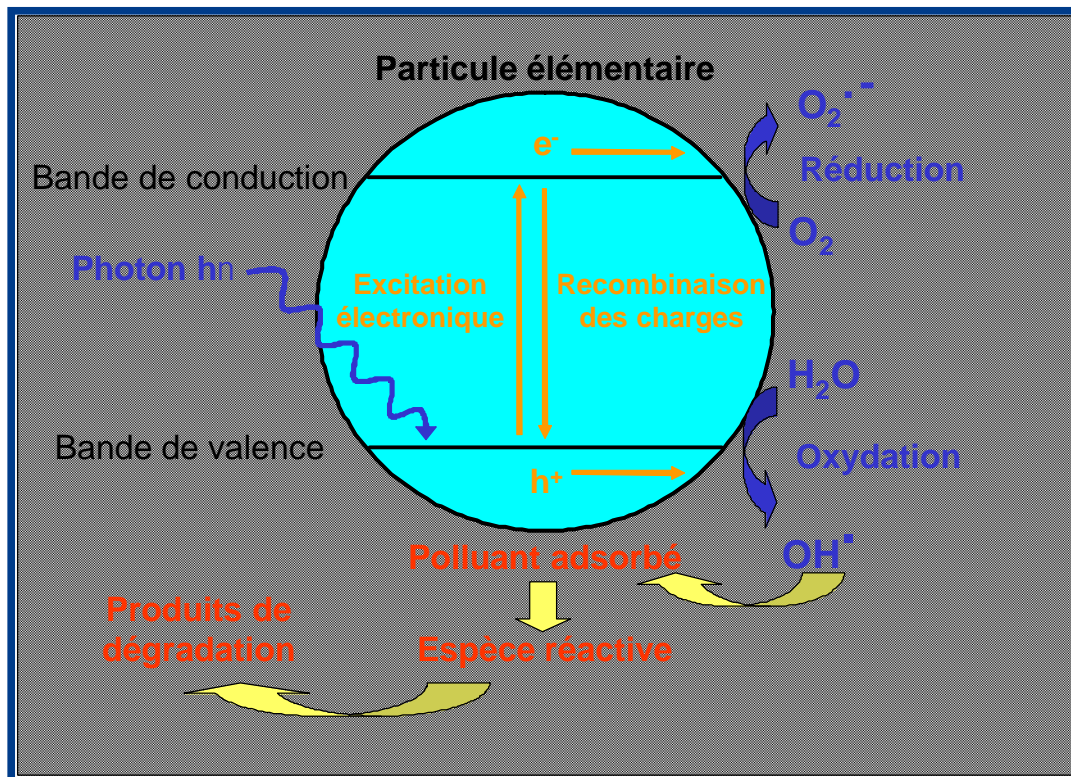
Contraintes à prendre en compte :

- q Traiter les faibles concentrations ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
- q Fonctionner à température, pression et humidité ambiantes
- q Être peu volumineux, peu bruyant et d'un entretien aisé

è Photocatalyse

- > Avantages :
 - Fonctionne à P, T et humidité ambiantes
 - Efficace sur de nombreux COV
 - Pas de saturation car régénération du matériau
- > Inconvénient : Formation d'intermédiaires de réaction

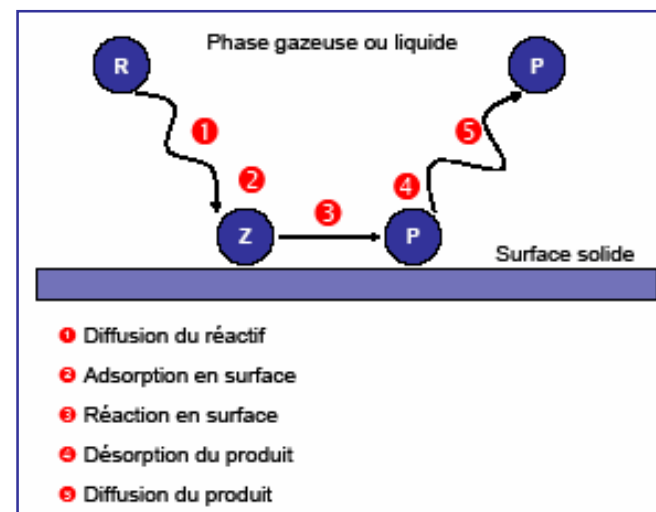
Principe de la photocatalyse



Excitation d'un matériau semi-conducteur sous l'action d'un rayonnement

à Formation de radicaux hydroxyles et d'ions superoxydes

à Oxydation des COV adsorbés à la surface



Quelques paramètres clés...

n Oxygène

Facteur non limitant car en large excès

n Humidité

2 effets antagonistes fonction du polluant et de C_{polluant} et $C_{\text{H}_2\text{O}}$

> effet + : formation de radicaux hydroxyles

> effet - : compétition eau-polluant pour les sites d'adsorption

n Intensité et la nature de la source lumineuse

UV-A et UV-C principalement utilisés
visible en cours

n Nature du matériau semi-conducteur

Dioxyde de titane TiO_2

Oxyde de zinc ZnO

Dioxyde de cérium CeO_2

Trioxycide de tungstène WO_3

n Concentration en polluants

Influence sur la vitesse de réaction

- > à faible C_{polluant} : nombre de sites disponibles non limitant
à vitesse de dégradation proportionnelle à la C
- > à forte C_{polluant} : molécules adsorbées (polluant et/ou intermédiaires)
occupent tous les sites de surface
à ralentissement de la cinétique

n Configuration du photoréacteur

Favoriser le contact entre photons, photocatalyseur et polluants pour augmenter le taux de conversion

Réacteur nid d'abeille, réacteur lit fluidisé, réacteur annulaire

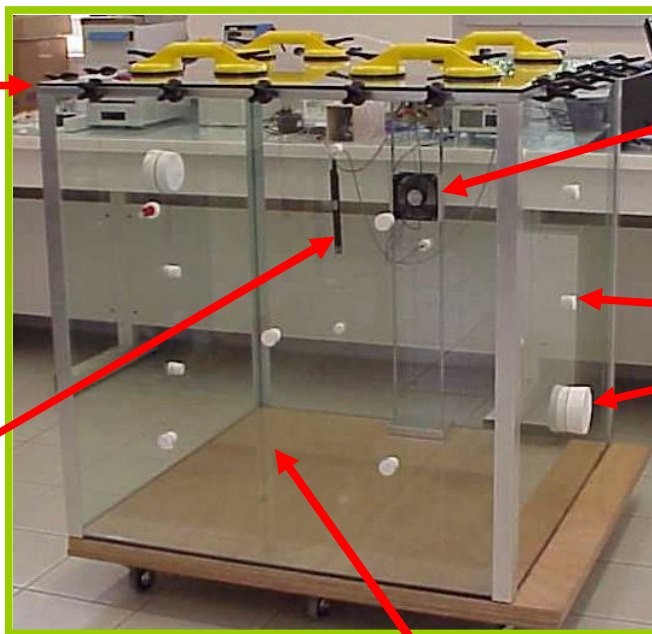
Quelques résultats d'essais : Exemple de chambre expérimentale (CSTB)

Joint en PTFE
inséré dans
profilés en
aluminium

▷ étanchéité

Thermohygromètre

▷ Suivi température
et hygrométrie



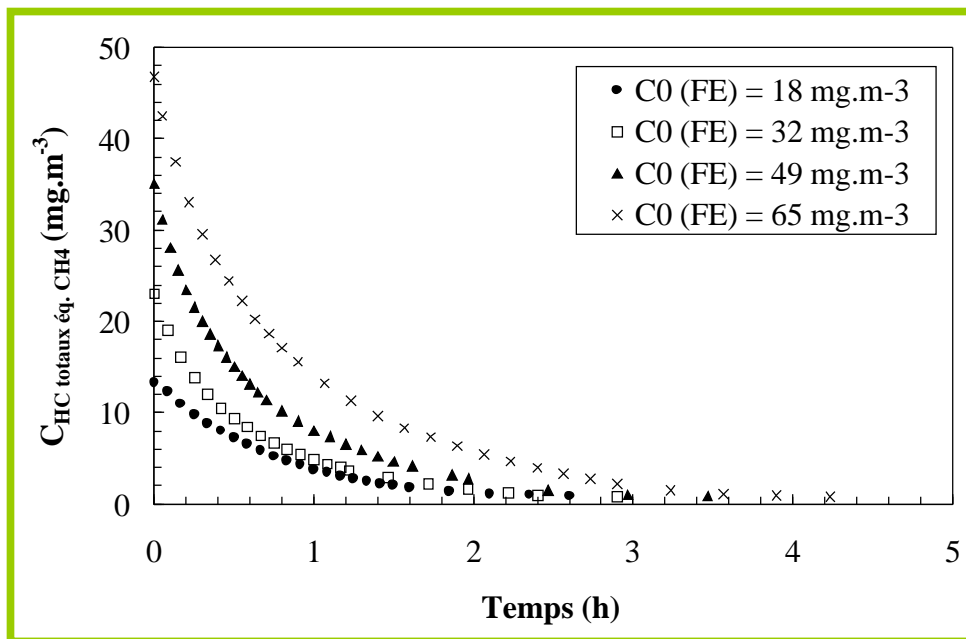
Ventilateur

▷ agitation

Orifices avec
bouchons en
PTFE

Parois en verre

Quelques résultats d'essais : Influence de l'humidité



Humidité absolue HA (g.m ⁻³)	Concentration initiale en polluant C ₀ (mg.m ⁻³)	Vitesse initiale de réaction r ₀ (mg.m ⁻³ .h ⁻¹)
4	18	23,8
8	18	14,8
12	21	7,4

ê

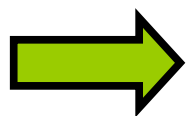
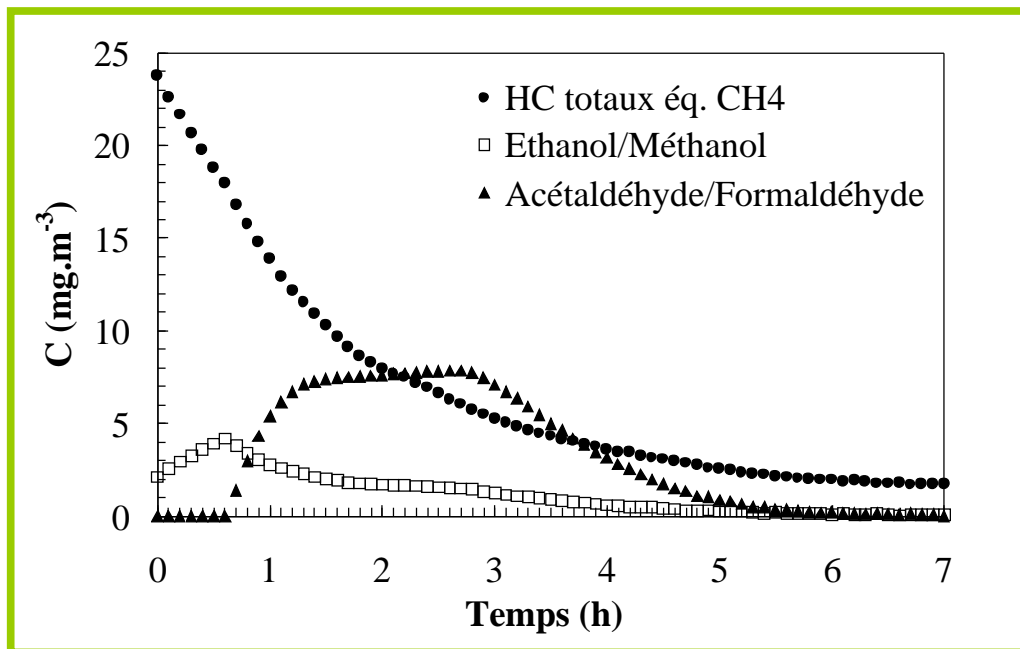
Cinétique de dégradation du formiate d'éthyle
(HA = 4 g.m⁻³ et 10 g de TiO₂)

Réacteur en nid d'abeille

Irradiation lumineuse : 254 nm, 10 mW.cm⁻²

vitesse initiale de réaction \hat{r}
quand l'humidité absolue \hat{i}

Quelques résultats d'essais : Identification des intermédiaires de réaction

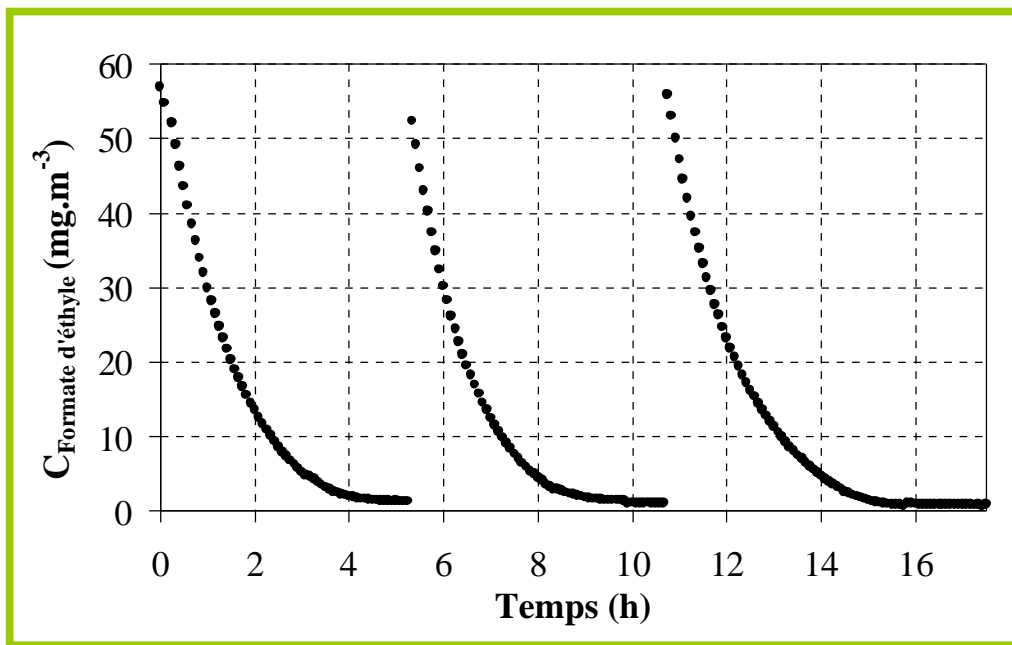


Spectroscopie photoacoustique à IR : détection de la présence d'alcool(s) et d'aldéhyde(s)

TD-CG-SM : éthanol, acétaldéhyde et acide formique identifiés comme intermédiaires de réaction

MAIS intermédiaires totalement éliminés au cours de la réaction

Quelques résultats d'essais : Evolution des performances dans le temps



	r_0 (mg.m ⁻³ .h ⁻¹)
1 ^{ère} injection	49,3
2 ^{ème} injection	50,6
3 ^{ème} injection	50,3

Vitesse initiale constante
après plusieurs injections
de polluant



Pas d'empoisonnement du catalyseur
Aucune saturation du matériau
Régénération de la surface

Création de la Commission AFNOR B44A Photocatalyse le 11 mai 2007

OBJECTIFS

- Ø Mettre en place un programme de travail ayant pour but la publication rapide au plan national des normes de méthodes d'essais et d'analyses
- Ø Promouvoir le savoir-faire français au plan international

GROUPE DE TRAVAIL

- > Air - NOx
- > Air - COV et odeurs afin de caractériser les performances:
 - de media aux propriétés photocatalytiques
 - de systèmes complets d'épuration mettant en oeuvre de la photocatalyse
- > Air microorganismes

Merci de votre attention