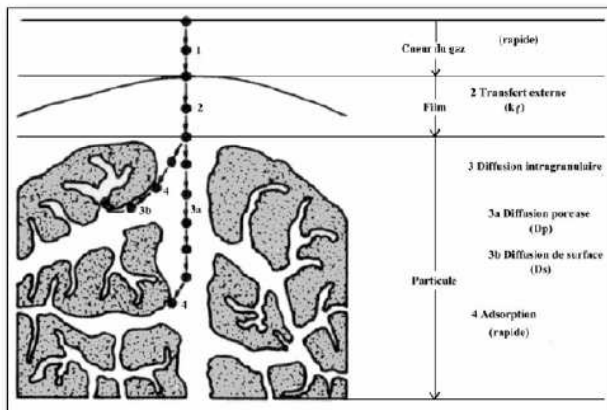


Technologie

Charbons actifs « autonettoyants » : épuration et photocatalyse



Le mécanisme de l'adsorption [Weber et Smith, 1987]

Il s'agissait d'expérimenter un filtre basé sur des tissus de carbone activé, chargés de dioxyde de titane et soumis à un rayonnement ultraviolet. Ce principe n'est autre que l'application de la photocatalyse qui permet, dans ce cas, aux tissus de carbone activé d'être régénérés de manière quasi continue.

Cette étude a été menée dans le cadre d'un partenariat (ENSCR, CIAT, CTTN-IREN, Alström), soutenue par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie).

Ce procédé serait en effet applicable à plusieurs secteurs d'activité où s'impose le traitement des COV. Si le procédé proposé offre sans nul doute des performances et perspectives intéressantes, est-il pour autant adapté à la problématique spécifique du perchloréthylène, employé en pressing ? La photocatalyse dégrade le perchloréthylène, par définition, et les sous produits de cette dégradation peuvent venir complexifier la problématique du nettoyage à sec. C'est la raison pour laquelle le CTTN-IREN a été invité par l'ADEME à suivre avec attention les travaux réalisés.

Le phénomène d'adsorption :

L'adsorption est un des procédés physico-chimiques le plus utilisé pour le traitement d'atmosphères odorantes. Le processus consiste à réaliser un transfert entre un gaz et un solide. Une seconde étape souvent nécessaire est la récupération des composés adsorbés et donc, la régénération du matériau utilisé. Ci-dessus on décrit le phénomène d'adsorption sur des char-

bons actifs, représentés ici selon une coupe où apparaît la porosité de ce matériau, précisément utile à l'adsorption.

La photocatalyse

La photocatalyse a fait l'objet de nombreuses recherches ces dernières années. Le domaine d'application comprend principalement la destruction d'un très grand nombre de polluants organiques. Plusieurs oxydes ou sulfures permet-

tent de mettre en œuvre la photocatalyse de certaines réactions, tels que le dioxyde de titane (TiO₂). Ce dernier apparaît comme étant le plus intéressant. Le TiO₂ présent à la surface de matériaux confère à ceux-ci des propriétés autonettoyantes, antibactériennes, désodorisantes et hydrophiles. L'immobilisation du TiO₂ peut se faire soit par fixation des particules préalablement synthétisées à l'aide de liants organiques (polymères fluorés) ou inorganiques (silice

en général), soit par formation du TiO₂ sur le support à partir de sels précurseurs (organiques en général). Le procédé de dégradation photocatalytique a reçu beaucoup d'attention dans le cadre de la purification de l'eau en tant que procédé d'élimination de micropolluants organiques et s'est avéré récemment un procédé efficace de purification de l'air (élimination des odeurs ou des composés organovolatils) ou encore pour la mise au point de surfaces autonettoyantes.

Technologie

Les deux éléments indispensables au déroulement d'une réaction photocatalytique sont le catalyseur et l'irradiation ultraviolette (UV). La manière de les mettre en oeuvre est donc un point essentiel dans

l'élaboration d'un système de traitement d'air par photocatalyse.

Ci-contre une vue microscopique du matériau (ou média) adsorbant combiné avec du TiO₂.

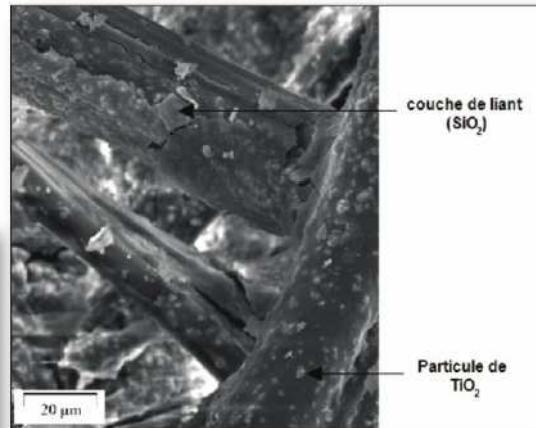


Image de fibres d'un média x 1000 [Thevenet et al., 2005]



Aperçu de l'irradiation ultraviolette appliquée aux supports Charbons Actifs/TiO₂ au moyen de 8 lampes UV de 55 W chacune.

Schéma du pilote mis en oeuvre à l'ENSCR pour les essais d'adsorption et régénération par photocatalyse d'un média Charbons Actifs/TiO₂.

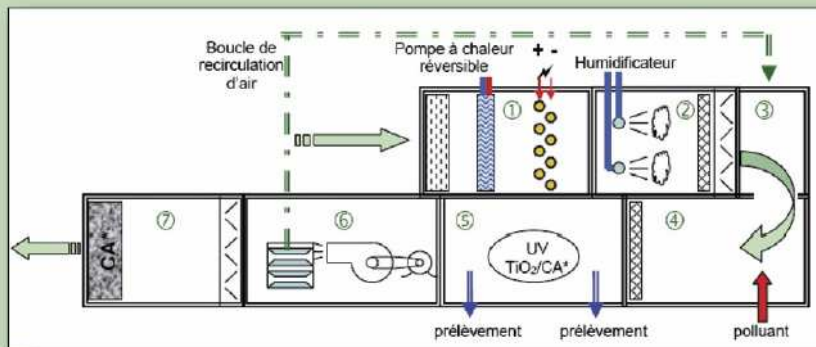
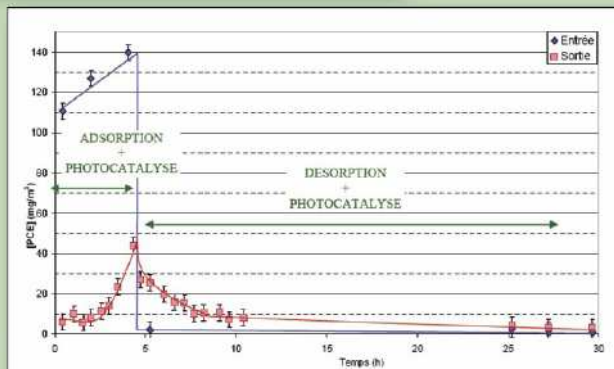


Schéma du pilote industriel utilisé
Nicolas Petit - ENSCR - 2006



Exemple de résultats obtenus
Nicolas Petit - ENSCR - 2006.

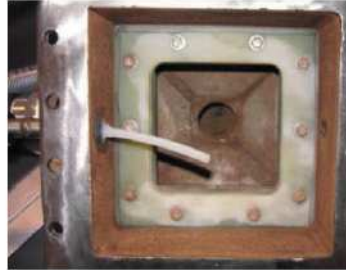
Technologie

Le polluant est ici du perchloréthylène (C₂Cl₄) introduit dans le flux d'air sous forme de vapeur. L'humidité et la température du flux d'air sont maîtrisées pour être représentatives de la réalité. Des prélèvements sont effectués en plusieurs points pour contrôler l'évolution de la concentration dans le flux d'air. Des essais ont été réalisés à 600, 1000 et 1500 m³/h.

A partir d'une concentration de polluant proche de 120mg/m³ (air + C₂Cl₄), soit environ 18 ppm, injectée pendant environ 4h30 (courbe bleue), on relève l'efficacité du système (phase adsorption + photocatalyse) sur la courbe rouge puisque la concentra-

tion en sortie évolue entre 8 et 45 mg/m³. Ensuite, en l'absence d'injection de polluant, la concentration redescend lentement vers une valeur proche de zéro, mais sur une période très longue (désorption sous flux d'air + photocatalyse).

L'efficacité du système pourrait être améliorée en augmentant la surface de média et favorisant la désorption par chauffage de ce dernier. Cela dit, il n'en demeure pas moins que la photocatalyse dégrade le perchloréthylène en sous produits, parmi lesquels le plus présent et le plus immédiat, le chlore qui, combiné à l'humidité



Nicolas Petit - ENSCR - 2006

ambiante donne de l'acide chlorhydrique en quantité importante. Rappelons en effet que le perchloréthylène est composé à plus de 85% de chlore.

On remarque ci-dessus les fortes traces d'oxydation d'un élément du pilote situé en amont de la désorption photocatalytique. Cette oxydation correspond à

l'effet d'une partie de l'acide chlorhydrique produit. Par ailleurs, en sortie du pilote, on a pu mesurer des quantités d'acide chlorhydrique résiduelles élevées que l'on retrouverait dans l'ambiance, à moins de disposer d'un autre dispositif de traitement, par lavage de gaz ... Mais ne

négligeons pas le fait que d'autres sous produits sont également apparus, sous forme de traces.

La conclusion de l'étude n'est donc malheureusement pas favorable à l'application de ce procédé au nettoyage à sec, même s'il paraissait séduisant au départ aux yeux de certains acteurs.