

# Développement expérimental d'un réacteur intensifié économique pour l'épuration des vapeurs de styrène dans les ateliers

**i** Certech  
François Collignon,  
Benoît Kartheuser

Le styrène est un produit utile à l'industrie et dans beaucoup de matériaux utilisés dans la vie quotidienne. Les secteurs qui sont sujets à des émissions importantes de styrène sont les transformateurs de polystyrène, les ateliers de fabrication de pièces en composite (polyesters...), certains sites de recyclage de polystyrène, de recyclage chimique de polyester, ainsi que tous les produits qui nécessitent ou contiennent du styrène dans leur formulation (résines, colles, solvants...).

L'assainissement du styrène dans l'atmosphère de travail est une problématique parfois difficile à résoudre pour les petits ateliers et les PME. Le durcissement récent de la législation est devenu un réel challenge dans certains cas.

En effet, la valeur limite d'exposition au styrène a été abaissée de 50 ppmv (valeur limite avant 2013) à 25 ppmv à partir de 2015 tout en passant par un palier intermédiaire à 40 ppmv entre 2013 et 2014 <sup>(1)</sup> (Tableau 1).

Cette diminution de la limite d'exposition par les travailleurs se justifie par la toxicité de ce composé (irritant pour la peau et les yeux, nocif par inhalation). En effet, le styrène est absorbé par toutes les voies et principalement par inhalation. L'absorption pulmonaire représente environ 70 % de

la concentration d'exposition. Une exposition continue au styrène peut entraîner une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires, les expositions chroniques irritent la peau et les muqueuses. Des effets génotoxiques sont également suspectés chez l'homme. De plus, les études sur les multi-expositions ont permis d'également mettre en évidence un risque d'atteinte auditive en cas de co-exposition au bruit.

Note: il est cependant à noter que le seuil de perception olfactive du styrène (0,04 ppmv) est plus de 600 fois inférieur aux

valeurs limites d'expositions (voir Tableau 1: 25 ppmv pour la VME et 50 ppmv pour la VLE).

L'exposition au styrène peut aussi être très variable selon l'heure de la journée ou la charge de travail et complexifier l'épuration (Figure 1).

Des mesures de concentration en styrène ont été effectuées en ambiance dans différents ateliers sur une journée de travail avec des analyseurs de COV (composés organiques volatils) totaux PID (Photo

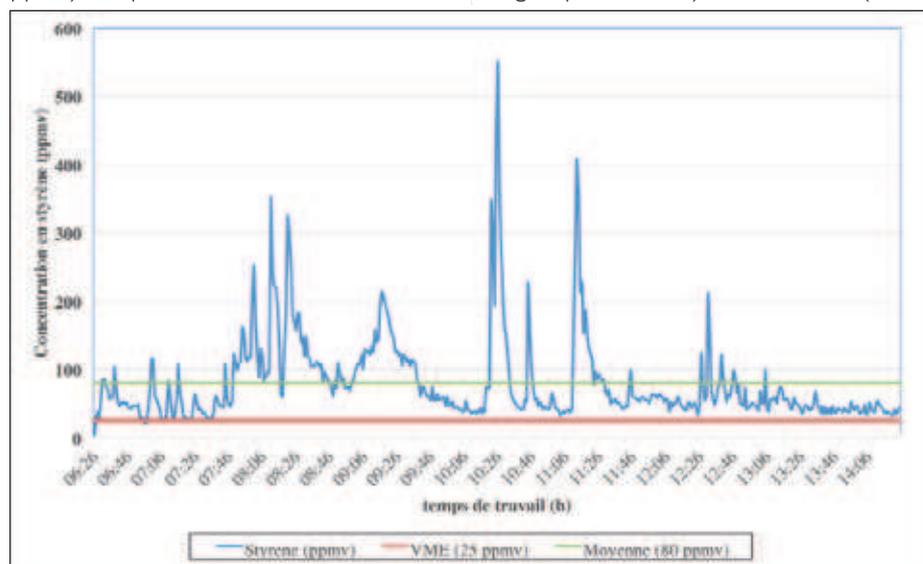


Figure 1: exemple d'évolution des concentrations en styrène (en ppmv) au cours du temps dans un espace de travail. La ligne verte est la moyenne des concentrations observées (~80 ppmv), la ligne rouge est la valeur limite moyenne d'exposition (VME à 25 ppmv).

Tableau 1: valeurs limites d'exposition du styrène et seuil de perception olfactive comparé à d'autres composés aromatiques

N°CAS	Nom des agents	VME	VME	Valeur courte durée (VLE) ppmv	Valeur courte durée (VLE) mg/m3	Seuil olfactif ppmv
		ppmv	mg/m3			
00100-42-5	<b>Styrène (monomère)</b> Jusqu'au 31.12.2012 1.1.2013 au 31.12.2014 A partir du 01.01.2015	50	216	100	432	0,04
		40	173	80	346	
		25	108	50	216	
71-43-2	<b>Benzène</b>	1	3,25	-	-	4,68
108-88-3	<b>Toluène</b>	20	77	100	384	2,5
108-95-2	<b>Phénol</b>	2	8	4	16	0,8

Ionisation Detector). Des prélèvements sur filtres et sur cartouches d'adsorbant ont été effectués. Nous avons constaté que, quelques soient les ateliers, l'exposition au styrène est très variable en fonction du temps. Nous remarquons qu'il y a des cas où les moyennes sont supérieures à la VME (Valeur Moyenne d'exposition) (Figure 1). De plus, il y a de nombreux dépassement de la VLE (Valeur Limite d'Exposition) actuelle. Ces suivis montrent la nécessité de prendre des actions pour diminuer la concentration de styrène dans l'ambiance de travail.

Une des solutions est l'oxydation catalytique à basse température pour diminuer drastiquement la concentration du styrène en ambiance selon la réaction suivante (Figure 2).

Classiquement, cette réaction exothermique est menée en présence d'un catalyseur constitué de platine déposé sur des billes d'alumine ( $Pt/Al_2O_3$ ). Ce type de catalyseur est très performant et opère à des températures plus basses qu'un système d'incinération (torchère...) mais présente l'inconvénient d'être onéreux, dû à la présence de métaux précieux. Cependant ces systèmes catalytiques conviennent bien lorsque les débits d'air sont faibles ou lorsque les émissions sont intermittentes, ce qui souvent est le cas des ateliers dans les petites et moyennes entreprises.

Cet article montre l'état d'avancement d'un projet visant à réduire drastiquement les teneurs en composés organiques volatils présentes dans l'air ambiant et particulièrement les composés aromatiques tels que le styrène ou le toluène.

Pour ce faire, la stratégie adoptée a été

- i) de mener des campagnes de mesures sur sites industriels: suivi de l'émission de COV totaux par PID (et prélèvements sur cartouches spécifiques ou sur filtres à poussières);
- ii) de modéliser et de construire un réacteur pilote en utilisant un catalyseur alternatif et peu coûteux permettant de substituer le platine;
- iii) d'intensifier la réaction en déposant non plus ce catalyseur sur des supports inorganiques mais en réalisant un coating catalytique sur une mousse en acier (photo 1).

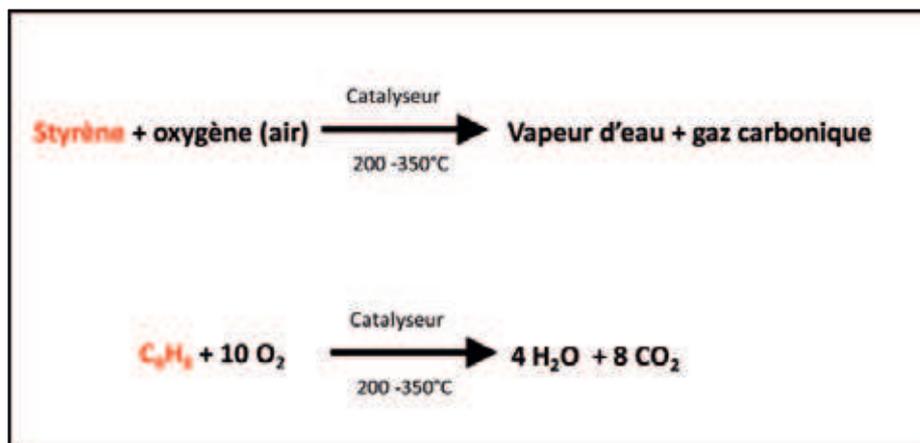


Figure 2: réaction d'oxydation totale du styrène en présence d'un catalyseur.

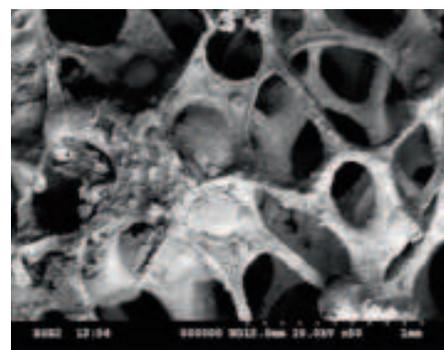
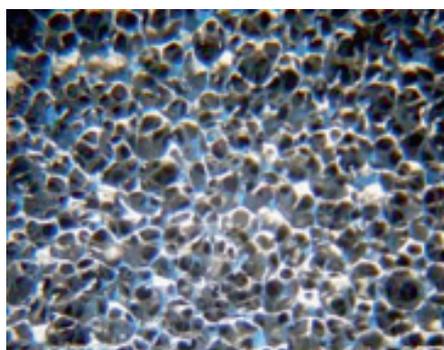


Photo 1: images réalisées par microscopie électronique d'un coating catalytique déposé sur une mousse en acier et capable d'oxyder efficacement à basse température le styrène en eau et  $CO_2$ .



Photo 2: réacteur pilote mobile de Certech capable de traiter  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  d'air contaminé au styrène.

En effet, l'intensification de procédé permet non seulement des rendre les installations plus compactes, de gagner de la surface au sol, mais aussi d'augmenter la productivité.

La stratégie utilisée a permis de réduire les coûts matières et énergétiques ainsi que d'augmenter par 10 l'efficacité du système. En d'autres mots, le support métallique sur lequel se déroule l'oxydation catalytique permet non seulement un transfert très efficace de la chaleur dégagée par la réaction mais aussi de favoriser les transferts des réactifs et produits en surface du catalyseur. Le volume réactionnel pour le trai-

tement des gaz peut donc être plus petit. De plus le design de la mousse conçu a permis de diminuer les pertes de charge au niveau du réacteur et donc d'opérer avec des ventilateurs et des pompes à air plus petits.

En conclusion, ce développement de réacteur a démontré qu'en intensifiant une réaction de dépollution, il est possible de rendre les unités pilotes plus productives, plus compactes et donc de diminuer drastiquement les investissements potentiels en améliorant, par la même occasion, les impacts environnementaux et la santé des travailleurs.

(1) La valeur limite du styrène a été revue à la baisse suite à la parution de l'arrêté royal du 9 mars 2014 modifiant l'arrêté royal du 11 mars 2002 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.